

ELIANE REGINA FERRETTI

**DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA - DFC
DA BACIA DO RIO MARRECAS
- SUDOESTE DO PR -**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre. Curso de Pós-Graduação em Geologia, Área de Concentração em Geologia Ambiental. Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientador Principal:

Prof. Dr. Naldy Emerson Canali

Co-orientadores:

Prof. Dr. Alberto Pio Fiori

Prof. Dr. Luiz Eduardo Mantovani

CURITIBA

1998

TERMO DE APROVAÇÃO

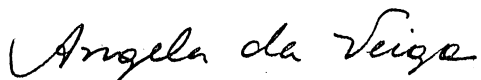
ELIANE REGINA FERRETTI

**Diagnóstico Físico-Conservacionista – DFC da Bacia
do Rio Marrecas – Sudoeste do PR**

**Dissertação de Mestrado aprovada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação
em Geologia, com área de concentração em Geologia
Ambiental, da Universidade Federal do Paraná, pela comissão
formada pelos professores:**



Presidente: Prof. Dr. Naldy Emerson Canali



Profa. Dra. Angela da Veiga Beltrame



Profa. Dra. Nilza Aparecida Freres Stippe

Curitiba, dezembro de 1998

“As fronteiras naturais do geógrafo raramente são delineadas por linhas retas; onde quer que estas ocorram o geógrafo pode esperar por algo excepcional.”

À minha **mãe**, minha fada madrinha, por me ajudar a conquistar e esperar por algo excepcional.

À minha filha, **Mariane**, pela luz que trouxe a minha vida e por me ajudar a compreender melhor a vida.

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação foi possível, pois contamos com a colaboração e apoio de muitas instituições e pessoas. Queremos registrar nosso agradecimento e gratidão:

Ao prof. Dr. Naldy Emerson Canali, pelas orientações, discussões e incentivos dados à realização deste trabalho.

Aos meus irmãos Oilton, Erasmo Paulo e Edson, pela compreensão e apoio.

À minha Irmã Eunice, pelo apoio constante no decorrer da minha vida e da Mariane.

Aos sobrinhos: George, Janete, Fábio, Rômulo, Ricardo e Cristiano, pela compreensão e apoio.

À amiga Valquíria Renk, pelas proveitosas conversas, discussões, apoio, incentivo e amizade recebidos ao longo destes anos como professoras e geógrafas que somos.

Ao Prof. Carlos Maes e a Prof.^a Nilsa Maria Canterli - FACIBEL, pelo apoio, incentivo e amizade recebidos nos momentos mais difíceis.

À amiga Maristela Valdameris - FACIBEL, pela disposição em assumir as atividades enquanto eu estava estudando, motivação e amizade recebidos nos momentos mais difíceis.

À amiga Prof.^a Dr.^a Jônia Mara Urban Loenert, pelas contribuições, incentivo, inspiração e discussões realizadas.

Aos amigos Paulo, Leni, Sheila e Catherine Pithan de Oliveira, pelo incentivo, apoio e amizade.

Ao geógrafo Irani dos Santos, pela colaboração valiosa na digitalização das cartas.

Ao Departamento de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de realizar este curso.

Ao amigo Edson da Silva Lima Junior, secretário do Departamento de Pós-Graduação em Geologia, da UFPr, pelos bons serviços prestados.

Aos amigos e amigas da pós-graduação pela troca de informações e experiências.

Aos alunos da graduação, pelo incentivo, confiança e amizade.

A todos que, direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Termo de Aprovação	ii
Dedicatória	iii
Agradecimentos	iv
Lista de Figuras	vii
Lista de Quadros	viii
Lista de Siglas	xi
Resumo	xii
<i>Abstract</i>	xiii
1 - INTRODUÇÃO.....	001
2 - A BACIA DO RIO MARRECAS.....	007
2.1 - O Contexto e o Processo de Ocupação.....	007
2.2 - Geologia	013
2.2.1 - Estratigrafia da Bacia do Paraná	016
2.2.2 - Arco de Ponta Grossa	019
2.2.3 - Formação Serra Geral	024
2.2.4 - Geologia da Bacia do Rio Marrecas	026
2.3 - Clima	040
2.3.1 - Circulação Atmosférica	042
2.3.2 - Precipitação e Temperatura	043
2.3.3 - Classificação Climática	049
2.4 - Geomorfologia.....	051
2.5 - Hidrografia	059
2.6 - Pedologia	064
2.6.1 - Latossolo Roxo	064
2.6.2 - Latossolo Bruno	068
2.6.3 - Terra Roxa Estruturada	069
2.6.4 - Solos Litólicos	071
2.7 - Fitogeografia	073
3 - DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA - REFERENCIAIS	
TEÓRICOS E METODOLÓGICOS	080
3.1 - A Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo	080
3.2 - Diagnóstico Físico-Conservacionista	088
3.2.1 - Informações Gerais	092

3.2.2 - Setorização da Bacia	094
3.2.3 - Cobertura Vegetal Original – Parâmetro CO	094
3.2.4 - Proteção da Cobertura Vegetal Atual – Parâmetro CA	095
3.2.5 - Declividade Média - Parâmetro DM	098
3.2.6 - Erosividade da Chuva - Parâmetro E	100
3.2.7 - Potencial Erosivo do Solo - Parâmetro PE	102
3.2.8 - Densidade de Drenagem - Parâmetro DD	104
3.2.9 - Balanço Hídrico - Parâmetro BH	105
3.2.10 – Fórmula Descritiva Sugerida	106
3.3 - Procedimentos Metodológicos	108
 4 - APLICAÇÃO DO DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA	
NA BACIA DO RIO MARRECA	113
4.1 - Setorização da Bacia	113
4.2 - Cobertura Vegetal Original - Parâmetro CO	118
4.3 - Proteção da Cobertura Vegetal Atual ao Solo - Parâmetro CA	120
4.4 - Declividade Média - Parâmetro DM	126
4.5 - Erosividade da Chuva - Parâmetro E	135
4.6 - Potencial Erosivo dos Solos - Parâmetro PE	139
4.7 - Densidade de Drenagem - Parâmetro DD	150
4.8 - Balanço Hídrico - Parâmetro BH	152
4.9 - Valor do Processo de Degradação da Bacia do Rio Marrecas	156
 5 - ESTADO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO MARRECA	162
 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	175
6.1 - Metodologia Utilizada	175
6.2 - Bacia do Rio Marrecas	182
 7 - GLOSSÁRIO	185
 8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	187
 9 - BIBLIOGRAFIA	191
 ANEXOS	195

LISTA DE FIGURAS

01 - Localização da Bacia do Rio Marrecas	004
02 - Bacia do Rio Marrecas - Pr - Divisão Política	011
03 - Bacia do Paraná	014
04 - Arco de Ponta Grossa	020
05 - Carta Geológica da Bacia do Rio Marrecas	027
06 - Bacia do Paraná - Mapa Geológico	029
07 - Carta Geomorfológica da Bacia do Rio Marrecas	052
08 - Carta Clinográfica da Bacia do Rio Marrecas	057
09 - Carta Hidrográfica da Bacia do Rio Marrecas	060
10 - Carta Pedológica da Bacia do Rio Marrecas	065
11 - Carta do Uso do Solo da Bacia do Rio Marrecas em 1992	076
12 - Carta da Setorização da Bacia do Rio Marrecas	116
13 - Carta do Potencial Erosivo dos Solos da Bacia do Rio Marrecas	143
14 - Carta de Conflitos de Uso do Solo na Bacia do Rio Marrecas	169
15 - Carta de Uso Racional do Solo da Bacia do Rio Marrecas - Proposta	171

LISTA DE QUADROS

01 - Francisco Beltrão: população total e por setor – 1960 à 1996	009
02 - Divisão política municipal da bacia do rio Marrecas.....	012
03 - Coluna estratigráfica da Bacia do Rio Iguaçu utilizada por FULFARO (1971)	018
04 - Composição química das amostras A, B, C e D x Composição química média das rochas ígneas segundo GUIMARÃES e BROWN <i>et alii</i>	032
05 - Composição mineralógica simplificada do basalto segundo BROWN <i>et alii</i> em % de volume	034
06 - Série de estabilidade dos minerais segundo GOLDICH	035
07 - Precipitação anual e temperatura média anual na estação de Francisco Beltrão no período de 1973 a 1996	044
08 - Precipitação e temperatura média mensal na estação de Francisco Beltrão no período de 1973 a 1996	045
09 - Temperaturas extremas máximas na estação de Francisco Beltrão no período de 1973 a 1996	046
10 - Temperaturas extremas mínimas na estação de Francisco Beltrão no período de 1973 a 1996	047
11 - Precipitação mensal e temperatura média mensal na estação de Francisco Beltrão em 1996	048
12 - Hierarquia Fluvial e Relação de Bifurcação da bacia do rio Marrecas	062
13 - Classes do uso do solo da bacia do rio Marrecas em 1992	077
14- Parâmetros, símbolos e subíndices adotados pela metodologia do DFC - CIDIAT e MARNR	090
15 - Classificação quanto ao grau de semelhança para o parâmetro CO	095
16 - Classificação do tipo de cobertura vegetal quanto à proteção fornecida ao solos - parâmetro CA	097
17 - Parâmetro CA - Índice de proteção total	098
18 - Classes de declividade e subíndices - parâmetro DM	100

19 - Classificação do índice de erosividade para o Estado de Santa Catarina	102
20 - Escalonamento dos índices do potencial erosivo, qualificação e símbolo respectivo	103
21 - Classificação da densidade - parâmetro DD	105
22- Classificação qualitativa dos valores do balanço hídrico e respectivos símbolos para Santa Catarina	106
23 - Materiais e informações utilizados para o DFC da bacia do rio Marrecas	108
24 - Setorização da bacia do rio Marrecas	115
25 - Parâmetro CO por setor - bacia do rio Marrecas	119
26 - Uso do solo nos setores e na bacia do rio Marrecas em 1992	122
27 - Classificação da proteção fornecida ao solo pela cobertura vegetal - resumo do QUADRO 16	123
28 - Índice de proteção fornecido ao solo pela cobertura vegetal dos setores A, B, C e D na bacia do rio Marrecas	125
29 - Parâmetro CA por setor - bacia do rio Marrecas	126
30- Classes de declividade, índices e símbolos utilizados no DFC da bacia do rio Marrecas	127
31 - Parâmetro DM por setor - bacia do rio Marrecas	128
32 - Parâmetros de análise hipsométrica dos setores A, B, C e D da bacia do rio Marrecas	130
33 - Erosividade da chuva na bacia do rio Marrecas no período de 1973 a 1996	137
34 - Classificação dos índices de erosividade da chuva para o Estado do Paraná em 1996.....	138
35 - Parâmetro E por setor - bacia do rio Marrecas	139
36 - Matriz de Identificação – Declividade e tipos de solos para a bacia do rio Marrecas	142
37- Matriz de integração entre os subíndices de declividade e suscetibilidade dos solos à erosão na bacia do rio Marrecas	144
38 - Potencial erosivo dos solos nos setores e na bacia do rio Marrecas	145

39 - Escalonamento do potencial erosivo dos solos da bacia do rio Marrecas, qualificação e símbolo	147
40 - Cálculo do potencial erosivo dos solos por setor da bacia do rio Marrecas	149
41 - Parâmetro PE por setor - bacia do rio Marrecas	150
42 - Parâmetro DD por setor - bacia do rio Marrecas	151
43 - Parâmetro BH por setor - bacia do rio Marrecas	156
44 - Síntese dos setores - bacia do rio Marrecas	158
45 - Unidades de risco de erosão dos setores da bacia do rio Marrecas	161
46 - Conflitos de uso do solo na bacia do rio Marrecas	168
47 - Proposta de uso racional do solo na bacia do rio Marrecas	172

LISTA DE SIGLAS

ABGE:	Associação Brasileira de Geologia de Engenharia
ADEA:	Associação de Defesa e Educação Ambiental
ASSESSOAR	: Associação de Estudos, Orientação e Assistência Rural - Francisco Beltrão- Pr
CANGO:	Colônia Agrícola Nacional General Osório
CEEIBH:	Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacia Hidrográfica
CIDIAT:	Centro Interamericano de Desenvolvimento Integral de Águas e Terras (Venezuela)
CITLA:	Clevelândia Industrial e Territorial Ltda.
DFC:	Diagnóstico Físico-Conservacionista
EMBRAPA:	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FACIBEL:	Faculdade de Ciências Humanas de Francisco Beltrão - Pr
GETSOP:	Grupo Executivo para as Terras do Sudoeste
ha:	hectare
IAPAR:	Instituto Agrônômico do Paraná
IAP:	Instituto Ambiental do Paraná
IBAMA:	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
INPE:	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MARNR:	Ministério do Ambiente e Recursos Naturais Renováveis da Venezuela
MINEROPAR:	Minerais do Paraná
SIMEPAR:	Sistema Meteorológico do Paraná
SUREHMA:	Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente

RESUMO

A questão ambiental (re)discute formas de apropriação dos recursos naturais, pois os processos que alteram o ambiente tem permanecido no manto da modernidade e produção de mercadoria, gerando alteração da qualidade desses recursos, através da poluição/esgotamento de suas potencialidades. A ausência de políticas adequadas, quanto ao planejamento dos recursos naturais, tem produzidos erros (muitos irreversíveis), induzindo a degradação ambiental. Isso ocorre, na maioria das vezes, por que os governos cuidam dos fatores solo, água, fauna e flora separadamente. Esta visão reducionista, torna-se problemática quando utilizada para tomar-se decisões. Planejar para desenvolver é manejar o ambiente, visando a melhoria da qualidade de vida do ser humano. Cada vez mais, sente-se necessidade de estudos e planejamentos do ambiente, que sejam abrangentes e capazes de avaliar a degradação crescente dos recursos naturais renováveis no Brasil. A bacia hidrográfica é reconhecida mundialmente como a melhor unidade para o manejo dos recursos naturais. Assim, uma metodologia para o diagnóstico da situação real dos recursos naturais numa bacia, passa a ser um instrumento necessário para a preservação e gerenciamento destes recursos.

Neste sentido, o DFC da bacia do rio Marrecas – sudoeste do Paraná, determinou o seu potencial de degradação ambiental, a partir de fatores naturais pré-definidos visando, especialmente, o planejamento e manejo dos recursos, com vistas à sua preservação. Este estudo, baseia-se na Metodologia para o DFC de Bacias Hidrográficas, desenvolvida pelo CIDIAT/MARNR, da Venezuela e, na proposta desenvolvida por BELTRAME (1990), na bacia do rio do Cedro, em Brusque, SC.

A bacia do rio Marrecas foi subdividida em quatro setores (A, B, C e D), para posterior comparação dos estados ambientais de cada setor. A metodologia parte da definição de sete parâmetros: grau de semelhança entre a cobertura vegetal original e a atual; grau de proteção fornecido ao solo pela cobertura vegetal atual; declividade média; erosividade da chuva; potencial erosivo dos solos; densidade de drenagem e o balanço hídrico. Para o desenvolvimento do DFC e confecção de onze mapas temáticos em escala 1:50.000 da bacia, foram utilizados fotografias aéreas; imagem multiespectral digital do satélite LANDSAT TM-5; dados de geologia, relevo, solos, uso do solo; dados de precipitação e temperatura e referências bibliográficas. Os parâmetros identificados foram expressos de forma numérica, através de uma fórmula descritiva, que estabeleceu o risco de degradação dos setores da bacia, possibilitando a análise qualitativa quanto a preservação desses recursos.

O estado ambiental da bacia do rio Marrecas, identificado após aplicação do diagnóstico físico-conservacionista, é preocupante. O DFC da bacia do rio Marrecas constitui um subsídio básico para trabalhos a nível de extensão rural e/ou projetos que visem a recuperação ambiental da área, pois fornece indicativos para a racionalização do uso e manejo dos recursos da bacia. A metodologia para o DFC adaptada e aplicada na bacia do rio Marrecas, mostrou-se viável de ser utilizada em outras bacias hidrográficas.

ABSTRACT

The environmental issue (re)discusses ways of appropriation of the natural resources, because the processes which change the environment had gone with the modernity and goods production, generating alterations of these resources' quality, because of pollution/exhaustion of its potentiality. The absence of adequate policies, concerning the planing of natural resources, had made mistakes (many irreversible), inducing the ambient degradation. It occurs, generally, because public administrations take care of land, water, fauna, flora, separately. This reductive vision, becomes problematic when used to make decisions. Plan to develop is manipulate the environment, towards the improvement of the life's quality of human beings. More and more, it is felt the need of studies and plannings of the ambient, vast enough and capable of evaluating the increasing degradation of the renewable natural resources in Brazil. Its basin is world widely recognized as the best unit to manipulate the natural resources. Hence, a methodology for the diagnosis of the real situation of natural resources in a basin, become a needed instrument for the preservation of them.

In this way, the DFC of the Marrecas river's basin – Southwest of Paraná, had determined its potential of environment degradation from natural factors previously defined and aiming towards, especially, the planing and managing of the resources, trying to preserve them. This study is based on the Methodology to the DFC of Basins, developed by CIDIAT/MARNR, in Venezuela and, also in the proposal developed by BELTRAME (1990), in the Cedro river's basin, Brusque, SC.

The Marrecas river's basin was subdivided in four sectors (A, B, C and D) for further comparison of the each sector's environmental status. The methodology relies in the definition of seven parameters: degree of similarity between the original and actual vegetal cover; degree of protection of the land offered by the actual vegetal cover; average declivity; rain's erosive power; erosive power of the land; drainage density and the hydric balance. To develop the DFC and make eleven thematic maps in scale 1:50,000 of the basin, aerial pictures, a digital multispectral image from the satellite LANDSAT TM 5; geological, relief, lands, uses of lands, precipitation and temperature data; and bibliographic references were used.

The identified parameters expressed in numeric form, by a descriptive formula, which had established the risk of degradation of the basin's sectors, allowing the qualitative analysis concerning the preservation of these resources.

The Marrecas river's basin environmental status, identified after the physical-conservative diagnosis was applied, is preoccupying. The DFC of the Marrecas river's basin constitutes a basic subsidy to works in the level of rural extension and/or projects that aim towards the environmental recovery of the area, because it supplies indications for the rationalization of the use and management of the basin's resources.

The methodology for the DFC adapted and applied in the Marrecas river's basin, turned out to be viable to be used in other basins.

1 - INTRODUÇÃO

Neste final de século, a inter-relação entre o ambiente (natureza) e o homem (sociedade) tem por base o desenvolvimento voltado para o progresso tecnológico, sustentado na globalização capitalista, urbanização e em uma polarização jamais “vista” na história da humanidade. Esta inter-relação reflete-se na natureza, através da sua super-exploração e de seu reconhecimento apenas como recurso.

As consequências desta super-exploração são perceptíveis, não só no que se refere ao meio ambiente mas, sobretudo, nas condições materiais de vida das populações dos países mais empobrecidos. Assim, a questão ambiental, que aparenta ser preocupação geral, no entanto, a maximização da produção e consumo no sistema capitalista, desencadeou problemas ecológicos consideráveis.

Quando fala-se em desenvolvimento sustentável, não se deve negligenciar essa realidade, ou seja, em função do crescimento a qualquer custo, os desníveis sociais, culturais, econômicos e ecológicos tendem a crescer.

A inter-relação homem/natureza é indissolúvel e independe do grau de cultura ou desenvolvimento da sociedade. Porém, o modelo desenvolvimentista adotado até agora, conduziu a uma sistemática degradação ambiental.

O Brasil não fugiu a essa regra e a sua ocupação não obedeceu a uma preocupação com conservação ambiental e, nossa legislação ambiental não foi capaz de minimizar as consequências.

Os problemas ambientais no Brasil estão relacionados ao complexo quadro de crise geral e a falta de uma política quanto ao planejamento da utilização dos recursos naturais, tem

Nesta linha de preocupação, mais recentemente tem surgido algumas propostas de metodologias, visando o estudo integrado do meio ambiente em bacias hidrográficas, como o desenvolvido pelo Centro Interamericano de Desenvolvimento de Águas e Terras - CIDIAT da Venezuela e pelo Ministério do Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - MARNR da Venezuela, que se apoia na produção de sete diagnósticos, dentre os quais o diagnóstico físico – conservacionista - DFC. Esta proposta, ou seja, o diagnóstico físico-conservacionista foi objeto de estudo no trabalho realizado por BELTRAME (1990) na bacia do rio do Cedro, Município de Brusque – SC, em sua dissertação de mestrado em Geografia, área de concentração em Utilização e Conservação de Recursos Naturais, na Universidade Federal de Santa Catarina.

Da mesma forma, o presente estudo se propõe a testar, com algumas adaptações, o diagnóstico físico-conservacionista – DFC na bacia do rio Marrecas – Pr, apoiando-se no embasamento teórico dos trabalhos citados.

A área em que foi desenvolvido o estudo, bacia do rio Marrecas, localiza-se no sudoeste do Paraná (Figura 01), entre as latitudes 25° 54' 48" e 26° 21' 05" sul e as longitudes 52° 54' 34" e 53° 17' 03" oeste, com uma área de 836,50 Km². Abrange os municípios de Flor da Serra do Sul e Marmeleiro (área das nascentes), Francisco Beltrão (maior parte do seu canal), Verê e Itapejara do Oeste (próximo a sua foz).

A escolha desta bacia hidrográfica é decorrente dos problemas enfrentados pela região, em função da carência de informações e pesquisas, o que dificulta os governos municipais de se organizarem e planejarem adequadamente a sua utilização, o que está prejudicando a qualidade ambiental e a qualidade de vida da população.

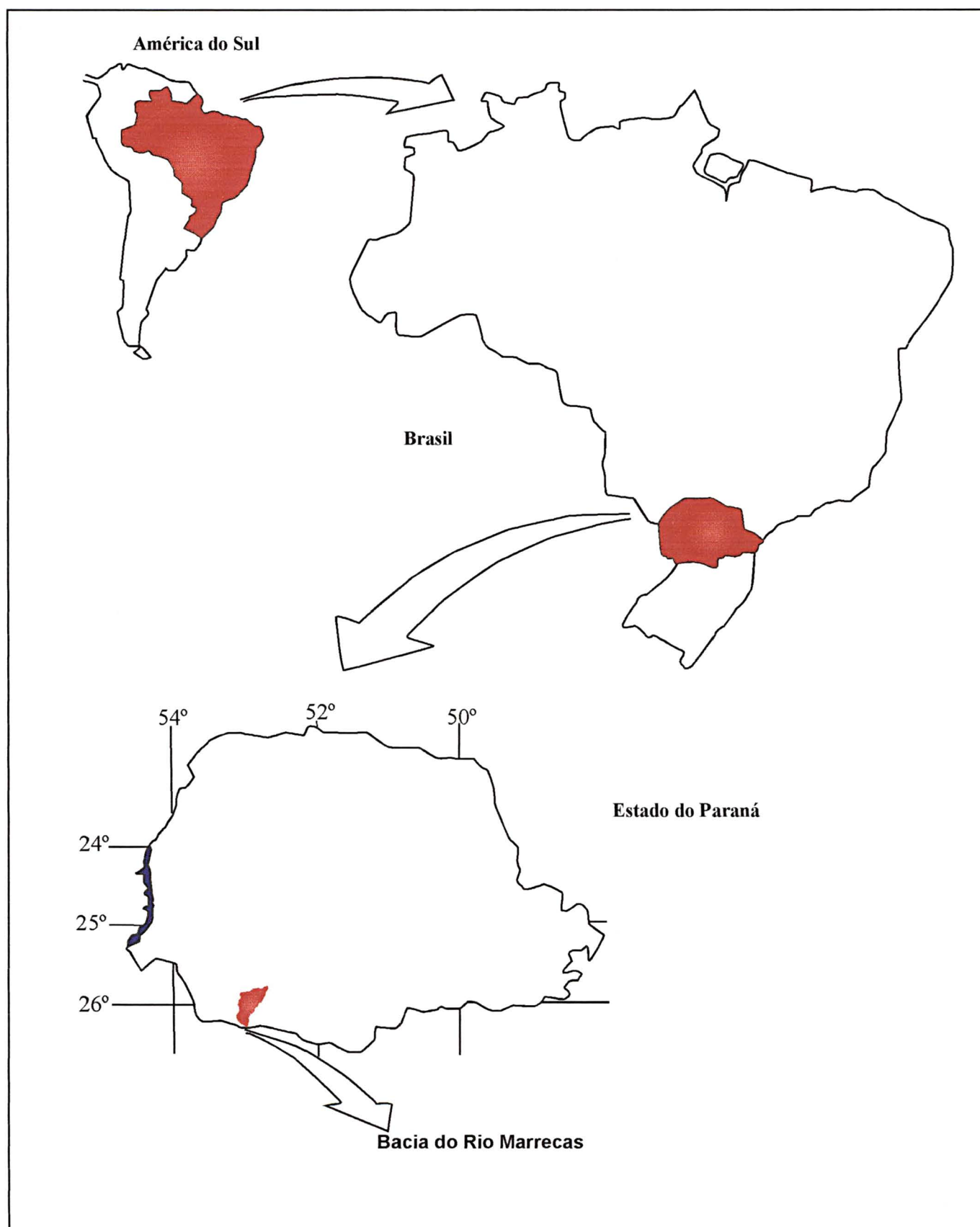


FIGURA 01 - Localização da Bacia do Rio Marrecas no Estado do Paraná

O desconhecimento ambiental dessa base de informações impossibilita, evidentemente, a tarefa de diversificar atividades e estimular a ocupação racional de áreas disponíveis, porém pouco desenvolvidas.

Para que estes governos possam planejar o desenvolvimento, é necessário o conhecimento dos recursos naturais disponíveis e, posteriormente, o uso racional, descartando ou controlando as atividades que degradem a região. O conhecimento de bases científicas desses recursos, poderá vir a fundamentar os planos de desenvolvimento reclamados ou desejados pela comunidade.

Para o estudo do diagnóstico físico conservacionista da bacia do rio Marrecas, foram indicados parâmetros potenciais de proteção ou de degradação dos recursos naturais.

Neste sentido, a cobertura vegetal é de suma importância na manutenção dos recursos, pois, além de ter participação ativa no ciclo da água, protege os solos do impacto das gotas da chuva, as raízes auxiliam na dinâmica da infiltração, diminuindo o escoamento superficial.

O clima age direta ou indiretamente sobre os recursos, tendo influência direta na sua degradação, quer seja pelo efeito erosivo das gotas da chuva, intemperização do substrato rochoso, quer seja pela dinâmica do ciclo da água - balanço hídrico da bacia.

A proteção do solo, bem como a declividade do terreno, irá resultar em maior ou menor perda e/ou capacidade de reter água. As características do solo influenciam na infiltração e escoamento das águas da chuva, contribuindo para diminuir ou acelerar o processo erosivo.

A estrutura geológica configura formas do relevo e as características da rede de drenagem, pois o comportamento do substrato rochoso diante do intemperismo ao longo do tempo geológico, também reflete o potencial de degradação dos recursos naturais renováveis.

Assim, o objetivo geral deste trabalho, foi o de, mediante o diagnóstico físico-conservacionista determinar o potencial de degradação ambiental na bacia do rio Marrecas, sudoeste do Paraná, a partir de fatores naturais, visando especialmente o planejamento e manejo dos recursos naturais, com vistas à sua preservação.

Afim de se atingir o objetivo proposto foi necessário:

avaliar a vegetação da área, tendo em vista o grau de semelhança entre a vegetação atual e a cobertura vegetal original (parâmetro CO) e o grau de proteção da cobertura vegetal fornecido ao solo (parâmetro CA);

levantar informações sobre o clima, destacando a erosividade da chuva (parâmetro E) e o balanço hídrico da bacia (parâmetro BH);

caracterizar os aspectos geológicos da área em relação a litologia e controles estruturais;

identificar as características pedológicas de susceptibilidade da textura à erosão, associada a declividade (parâmetro PE) e a aptidão agrícola do solo;

verificar a fisiografia da área quanto a rede de drenagem, para definir padrão, textura e densidade de drenagem (parâmetro DD), declividade média (parâmetro DM), geomorfologia e hipsometria.

A estruturação do presente trabalho se constitui, além da introdução e caracterização da área de estudo nos dois primeiros capítulos, da fundamentação teórica e metodológica no capítulo três, dos resultados da aplicação do DFC na bacia do rio Marrecas no quarto capítulo, bem como da discussão sobre o estado ambiental atual da bacia no capítulo cinco para, finalmente, no capítulo seis, constarem as considerações finais e recomendações.

2 - A BACIA DO RIO MARRECAS

2.1 - O CONTEXTO E O PROCESSO DE OCUPAÇÃO

A formação do espaço brasileiro foi influenciada pela intervenção do homem sobre o ambiente. Este espaço resultou da disponibilidade de capital, o que determinou o predomínio de certa atividade econômica por um tempo, não considerando que, do ponto de vista ambiental, outras atividades poderiam ter sido mais convenientes à ocupação deste espaço. O espaço é dinâmico, o que provocou constantes modificações na produção, originando uma organização ou reorganização do espaço.

O processo de ocupação do território brasileiro foi iniciado ao longo de seu litoral, tendo como traço marcante a ocupação do solo. A partir do século XVII, a ocupação do interior ocorreu de forma diferenciada.

No início do século XIX, a região sul era pouco povoada e parcialmente desconhecida, sendo que os espaços eram ocupados por florestas, com solos propícios para atividades agrícolas, o que levou ao assentamento de colonos europeus para desenvolverem a agricultura em pequenas propriedades. Destaca-se a colonização ao longo de bacias hidrográficas, ocupando áreas bastante precisas, restritas e dispersas, não chegando a causar grandes devastações no ambiente.

A ocupação do sudoeste do Paraná, pode ser dividida em duas etapas. A ocupação extensiva antes de 1940, efetuada pelos refugiados fora da lei, humildes caboclos e descendentes de índios. E a ocupação intensiva, depois de 1940, programada pelo Governo Federal de Getúlio Vargas que, visando uma política de integração, pretendia povoar a faixa de fronteira, já que os limites entre os países não existiam de fato.

Dentro desta política, o governo cria a Colônia Agrícola Nacional General Osório - CANGO, pelo Decreto N.º 12.417, de 12/05/1943. Até atender o lado burocrático da criação, somente em novembro foram contratados o Engenheiro Eduardo Virmond Suplicy (1897 a 1955), administrador; Jair de Freitas (1912 a 1993), assistente de administrador e Carlos Mendes Oliveira, topógrafo. Inicialmente, o grupo reuniu-se em Clevelândia e seguiram, à cavalo, até Pato Branco, onde estabeleceram-se, pois no local da futura colônia só havia mato.

No início de 1944, começaram a picada rumo à sede da futura Colônia. E, até completarem os 55 Km de estradas, construir uma ponte sobre o rio Marrecas, já havia começado o ano de 1948.

Os primeiros desbravadores instalaram-se na margem direita do rio, dando início a Vila Marrecas. A CANGO trouxe meia centena de funcionários, famílias de colonos, professora e um médico, que receberam terra e toda assistência necessária nos primeiros meses. Assim, foi planejado um “traçado”, com divisões de ruas e lotes.

Em 14/11/1951, pela Lei N.º 790, junto com mais 39 povoados e/ou distritos do Paraná, a Vila Marrecas era elevada à Município, mudando o nome para Francisco Beltrão.

A formação do povoado foi rápida em função do crescimento espantoso. Mas, surgiram conflitos de terra. A Clevelândia Industrial e Territorial Ltda. - CITLA, anunciava que as terras eram dela; o Governo Federal garantia que eram da CANGO; o Governo Estadual também se dizia no direito sobre as terras.

Os colonos foram orientados a não pagar, pois a CITLA não tinha documentos para passar a legitimidade da posse. A CITLA começou a pressionar e a usar de violência contra os posseiros. Estes, armados, expulsara, da cidade os funcionários da CITLA em 1957.

De 1957 a 1969 (quando o Governo Federal cria o Grupo Executivo para as Terras do Sudoeste - GETSOP para resolver a situação), a violência cessou mas, as terras permaneciam sem dono, caracterizando uma estagnação no crescimento. Neste período, a devastação da cobertura vegetal foi acentuada. Os colonos destruíram os pinheirais (vegetação nativa), só para se verem livres da ameaça da CITLA, que cobrava a madeira que julgava ser sua. Devido a isso, somente a melhor parte das toras eram aproveitadas.

Em 1950, o município constou no censo oficial do Governo Federal. Como podemos observar no QUADRO 01, em 1960 a população total era de 55.496 habitantes. Em 1970, havia 36.730 habitantes, sendo que a redução foi devido a emancipação de alguns distritos. A partir desta década, Francisco Beltrão consolida sua condição de município mais populoso do sudoeste do Paraná.

QUADRO 01 - FRANCISCO BELTRÃO: POPULAÇÃO TOTAL E POR SETOR

- 1960 À 1996 -

ANO	TOTAL	SETOR URBANO		SETOR RURAL	
		N.º	%	N.º	%
1960	55.496	4.989	08.99	50.507	91.01
1970	36.730	13.348	36.34	23.382	63.66
1980	48.781	28.280	59.97	20.501	42.03
1991	61.272	45.622	74.46	15.650	25.54
1996	65.730	52.031	79.15	13.699	20.84

Fonte: IBGE

O município de Francisco Beltrão apresenta um aumento progressivo no setor urbano. Além da influência de toda a problemática nacional de recessão agrícola, a instalação de

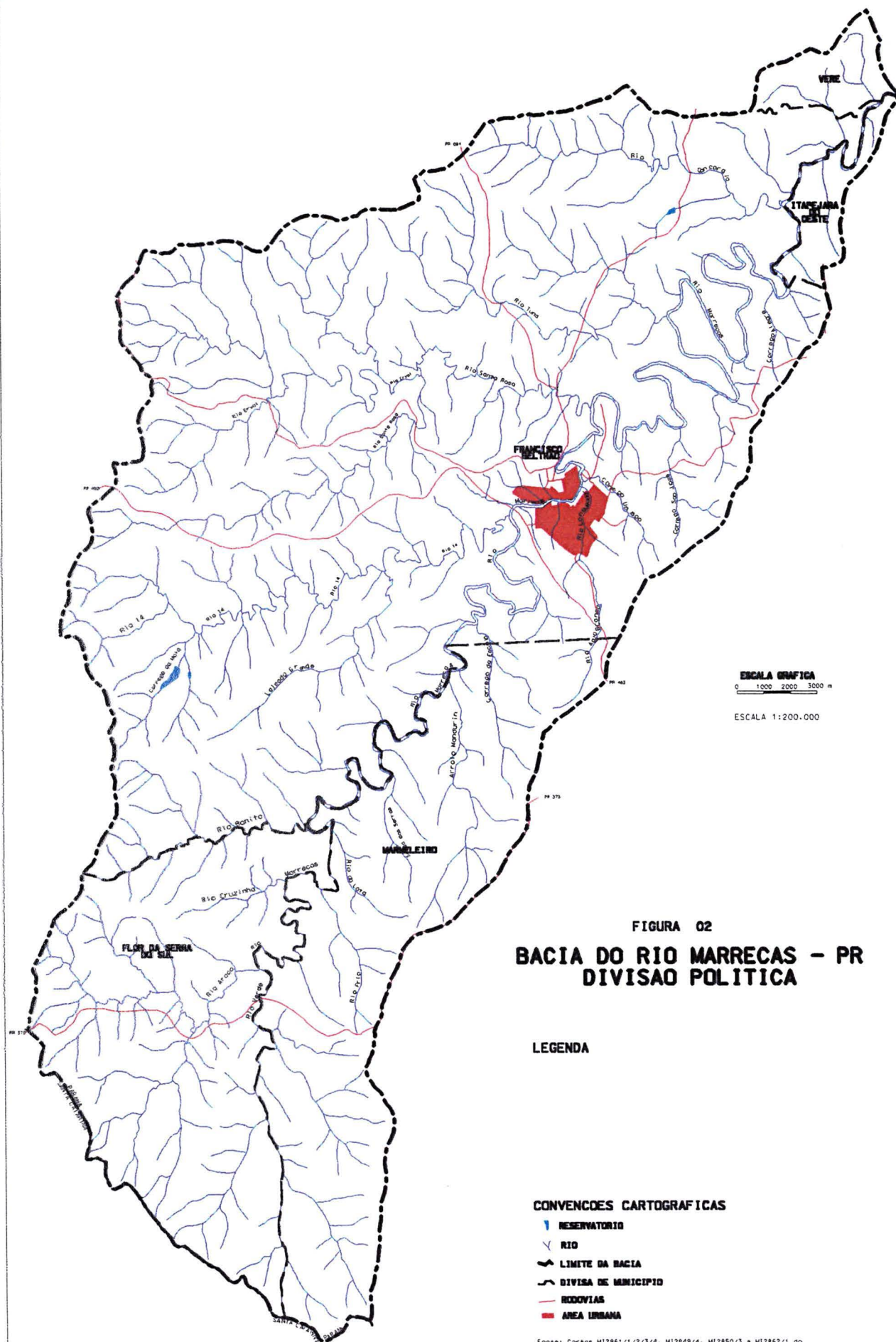
indústrias, auxiliou para a demanda da população para a cidade em busca de melhores opções de emprego, o que percebemos através do decréscimo progressivo do setor rural desde os primeiros recenseamentos.

A ocupação do sudoeste do Paraná, reflete a característica principal da ocupação e/ou colonização no Brasil: falta de requisitos mínimos de conservação ambiental. Esta ocupação também não foi acompanhada por uma legislação ambiental capaz de minimizar as consequências. A bacia do rio Marrecas revela, atualmente, as consequências desta ocupação sem preocupação de preservação dos recursos naturais.

A partir da década de 70, novos municípios foram criados no Estado do Paraná, sendo que na área de estudo, o município mais recente é o de Flor da Serra do Sul, criado através da Lei N.º 9.300, de 18/06/1990 (publicado no Diário Oficial N.º 3288, de 19/06/1990) (Figura 02).

Observando o QUADRO 02, percebe-se que o município de Francisco Beltrão ocupa 66,13% da área da bacia, sendo que a área urbana é abastecida pela captação das águas do rio Marrecas. O município de Marmeleiro, participa com 16,19% e, juntamente, com Flor da Serra do Sul (15,12%), representam a região das nascentes do rio Marrecas. Os municípios de Verê (01,34%) e Itapejara do Oeste (01,22%), estão próximo a foz.

A bacia do rio Marrecas possui características fisiográficas (que serão apresentadas no próximo capítulo), que favorecem a sua aptidão econômica. Inicialmente, o extrativismo era a atividade principal, onde extensas áreas de *Araucária angustifolia* foram devastadas. Com a derrubada das matas, as culturas de milho, feijão, trigo, mandioca, cana-de-açúcar e soja, foram assumindo importância econômica e, da mesma forma, a pecuária com a exploração de suínos, aves (frango e peru) e bovinos.



Fonte: Cortes M2861/1/2/3/4, M2849/4, M2850/3 e M2862/1 do Ministério do Exército, escala 1:50.000.

Organização: Produção por Eliane R. Ferretti;
Orientação: Prof. Dr. Naldy E. Canali;
Desenho: Irani dos Santos;
Data: maio/1998

QUADRO 02 - DIVISÃO POLÍTICA MUNICIPAL DA BACIA DO RIO MARRECAS

MUNICÍPIO	ÁREA (KM ²)	%
Francisco Beltrão	553.18277	66.13
Marmeleiro	135.43756	16.19
Flor da Serra do Sul	126.500	15.12
Verê	11.188	01.34
Itapejara do Oeste	10.19102	01.22
TOTAL	836.50025	100,00

Atualmente, novas explorações agropecuárias são incentivadas, aumentando sua participação no setor econômico, quer para uso *in natura* ou visando fornecer matéria prima para a indústria alimentícia emergente.

O setor econômico da área em estudo, tem se desenvolvido em torno do binômio agroindústria e extrativismo vegetal.

2.2 - GEOLOGIA

A bacia do rio Marrecas está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná e, esta, situa-se na porção meridional do Brasil, porção oriental do Paraguai, Argentina e Uruguai, com um formato alongado NNE – SSW de 1.750 Km de comprimento e largura média de 900 Km. Ocupa, aproximadamente, 1.700.000 Km², estendendo-se pelo Brasil (1.100.000 Km²), Paraguai (100.000 Km²), Uruguai (100.000 Km²) e Argentina (400.000 Km²) (ALMEIDA, 1981; ZALÁN *et alii*, 1987; QUINCAS, 1995 e VIANNA, 1995).

Da área ocupada no Brasil 2/3 são cobertos por derrames de lava basáltica que podem atingir 1.700 metros de espessura, sendo que a espessura máxima pode chegar a 6.000 metros no centro geométrico da bacia (ZALÁN *et alii*, 1987 e QUINCAS, 1995).

Constitui uma vasta bacia intracratônica sul-americana, desenvolvida sobre crosta continental e preenchida por rochas sedimentares e vulcânicas, cujas idades variam entre o Siluriano e Cretáceo (ZALÁN *et alii*, 1987 e QUINCAS, 1995).

Os limites atuais podem ser de origem erosional ou tectônica (grandes arcos ou soerguimentos). Para ZALÁN *et alii*, (1987), no primeiro caso, os sedimentos são suavemente afinados por erosão, sem a interferência de atividades tectônicas mais significativas. Possivelmente é o caso da borda NE, entre a zona de falha Guapiara e o arco de Goiânia/Alto Paraíba, com direção NW-SE (Figura 03). O cinturão de dobramentos do Paraguai/Araguaia (Pré-Cambriano Superior/Ordoviciano), limite noroeste, possivelmente, atuou como barreira topográfica para a sedimentação.

FIGURA 03 - A BACIA DO PARANÁ E SUAS ESTRUTURAS REGIONAIS

CRÁTONS

- I - GUAPORÉ
- II - PARAMIRIM
- III - SÃO FRANCISCO
- IV - RIO DA PRATA

LEGENDA

- Depressão Central
- Principais Elementos Tectônicos
- Alinhamentos Estruturais

FONTE: Baseado em ALMEIDA (1981, p.18) e ZALÁN *et al* (1990, p.142).

FIGURA 03 - A BACIA DO PARANÁ E SUAS ESTRUTURAS REGIONAIS

CRÁTONS

- I - GUAPORÉ
- II - PARAMIRIM
- III - SÃO FRANCISCO
- IV - RIO DA PRATA

LEGENDA

- Depressão Central
- Principais Elementos Tectônicos
- Alinhamentos Estruturais

FONTE: Baseado em ALMEIDA (1981, p.18) e ZALÁN *et al* (1990, p.142).

Para a literatura consultada, o segundo caso é mais comum, pois os grandes arcos e soerguimentos do embasamento influenciaram a delimitação e a história tectono-sedimentar e magmática da bacia, que sintetizam o arcabouço estrutural da bacia. Assim, na borda oeste ocorre o Arco de Assunção (Devoniano Inferior), flexura do embasamento com direção N-S, que formou-se a partir dos primeiros movimentos orogênicos da borda ocidental da América do Sul. O limite norte é o Arco de Goiânia/Alto Paraíba e, o leste, está representado pelo soerguimento da Serra do Mar. Sua atual localização é decorrente da orogenia Mesozóica/Cenozóica que, possivelmente, influenciou a suave assimetria da bacia (flanco ocidental mais abrupto e flanco oriental mais suave).

Ocorre um padrão de feições lineares, sendo que as orientações NW-SE e NE-SW são as mais importantes, consideradas zonas de fraquezas antigas reativadas durante a evolução da bacia. Para compreender-se a evolução geológica da bacia, deve-se entender a distribuição destas zonas de falhas, dos movimentos decorrentes ao longo delas e o controle estabelecido pelas estruturas estáveis. O padrão estrutural dos grupos NW e NE são diferentes, porque as falhas de orientação NW foram reativadas durante a fragmentação do Gondwana (Juro-Cretáceo), enquanto que as NE não o foram (ZALÁN *et alii*, 1987).

Para SOARES *et alii* (1982), estas zonas estruturais representariam áreas com maior mobilidade tectônica em comparação às áreas adjacentes, representando zonas de fraquezas do embasamento e que controlaram a sedimentação.

Este evento tectônico que reativou as falhas NW, provavelmente, criou diversas outras paralelas, originando intrusões ígneas e extrusão de lavas. Já as falhas NE, são constituídas ou por uma falha larga ou por uma zona de falha retilínea e ausência considerável de diques e das deformações associadas a elas. Ambas zonas de falhas (NW e NE), influenciaram as várias unidades estratigráficas e devem diferenciar os padrões de redes de drenagem.

2.2.1- ESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ

A Bacia do Paraná representa a superposição de pacotes sedimentares e, para ALMEIDA (1981), é perceptível três fases principais de subsidência: Siluro-Devoniana, Permo-Carbonífera e Jurássico Superior/Cretáceo Inferior, separados por dois longos períodos de erosão ou não deposição (Neodevoniano/Mississipiano) ou de baixas taxas de sedimentação (Triássico/Jurássico).

A estratigrafia consiste, basicamente, em cinco seqüências deposicionais principais. Descrever-se-á as seqüências apresentadas por ZALÁN *et alii* (1987), sendo que, em seu trabalho, os autores esclarecem que as denominações são informais, baseadas nas datações paleontológicas correntes.

*** -Seqüência Siluriana:** a sedimentação iniciou no Ordoviciano Superior terminando no Devoniano Superior. Mas, no Siluriano, a deposição ocorreu efetivamente. Os depósitos continentais transicionais da Formação Rio Ivaí foram os primeiros, seguidos pelas camadas marinhas da Formação Vila Maria (pico da transgressão), posteriormente cobertas pelos depósitos regressivos da Formação Furnas. O depósito desta seqüência ocorreu, provavelmente, em um golfo aberto para oeste, para uma margem passiva do proto-Pacífico. Ocorre influências glaciais e não há evidências da existência do Arco de Assunção. Corresponde à primeira fase de subsidência referenciada por ALMEIDA (1981), que refere-se à idade Siluro-Devoniana.

*** - Seqüência Devoniana:** a representação predominante é a Formação Ponta Grossa, com direção principal de NNW. Inicialmente foram depositados os arenitos transgressivos, gradativamente passa para folhelhos marinhos, sendo que o topo desta camada é mais enriquecido de matéria orgânica. A Formação Furnas possui controle principal das direções

N-S. A transgressão Devoniana ocupou área superior àquela da Sequência Siluriana. O mar é mais restrito, em função do soerguimento do Arco de Assunção a oeste durante o Eodevoniano. Em função disso, a ligação com o proto-Pacífico passa a ser feita ao norte e ao sul deste Arco. Corresponde, ainda, à primeira fase de subsidência referenciada por ALMEIDA.

*** - Sequência Permo-Carbonífera:** a Formação Campo do Tenente, do Grupo Itararé, formam os depósitos continentais iniciais, seguidos dos depósitos marinhos: Formação Mafra e Formação Rio do Sul, com controle principal de direções NW. Na metade setentrional, a Formação Aquidauana (equivalente ao Grupo Itararé), indica que o mar transgrediu cobrindo a porção meridional da bacia, com fortes influências glaciais. Equivale à segunda fase de subsidência referenciada por ALMEIDA (1981), que refere-se à idade Permo-Carbonífera.

Apesar da transgressão, ocorre uma anomalia representada por uma cunha de depósitos clásticos arenosos que cobre o mar epicontinental, originando os depósitos deltaicos da Formação Rio Bonito (sentido NE). Terminada esta anomalia, os sedimentos voltam a indicar transgressão marinha - Formação Palermo (sentido NNE), que atinge o pico na deposição da Formação Irati (sentido NE). As Formações Teresina, Rio do Rastro (ambas sentido NNE) e Corumbataí, indicam sequência regressiva.

Para vários autores, o mar epicontinental foi extenso, que entrou pelo sul da bacia, com possível extensão para o norte (ainda não bem determinada) mas que, certamente, extrapolou os atuais limites da bacia.

*** - Sequência Triássica:** após a sequência anterior, o mar não mais encobriu a bacia, e nova sedimentação começou em ambiente fluvio-eólico, preenchendo as depressões restantes. Ocorre alternância de ambientes lacustres, fluviais e eólicos representadas pelo Grupo Rosário do Sul e Formação Pirambóia, que apresentam controle principal de direções

no sentido NNE. Esta seqüência, equivale à baixa taxa de sedimentação referenciada por ALMEIDA (1981).

* - **Seqüência Juro-Cretácea:** ocorreu um gigantesco deserto de dunas que recobriu toda a bacia e áreas do embasamento adjacentes - Formação Botucatu. Após, ocorreu um grande derrame de lavas da Formação Serra Geral (Grupo São Bento), com controle principal de lavas no sentido NNW. Este período de extrusão de lavas marca a fase de subsidência e estruturação da bacia. Corresponde à terceira fase de subsidência referenciada por ALMEIDA (1981).

A evolução estratigráfica termina no final da separação entre a América do Sul e África (aproximadamente, 115 milhões de anos). Os depósitos ocorridos após o derrame de lavas e no Terciário refletem o soerguimento lento da região costeira no sudeste do Brasil e movimentos verticais ao longo dos alinhamentos de direção NW e NE.

Em relação à estratigrafia, há diferenciações de denominações de autor para autor. FULFARO (1971), em seu trabalho, utiliza a seguinte coluna estratigráfica:

QUADRO N.º 03 - COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARANÁ
UTILIZADA POR FULFARO (1971)

GRUPO	FORMAÇÃO	IDADE
Bauru	Bauru	Cretáceo
São Bento	Botucatu + Santa Maria	Cretáceo
	Serra Geral	Triássico/Jurássico
Passa Dois	Rio do Rastro	Permiano
	Estrada Nova	
	Serra Alta + Irati	

Tubarão	Palermo	Permo-Carbonífero
	Rio Bonito	
	Itararé + Aquidauana	
Paraná	Ponta Grossa	Devoniano
	Furnas	

2.2.2- ARCO DE PONTA GROSSA

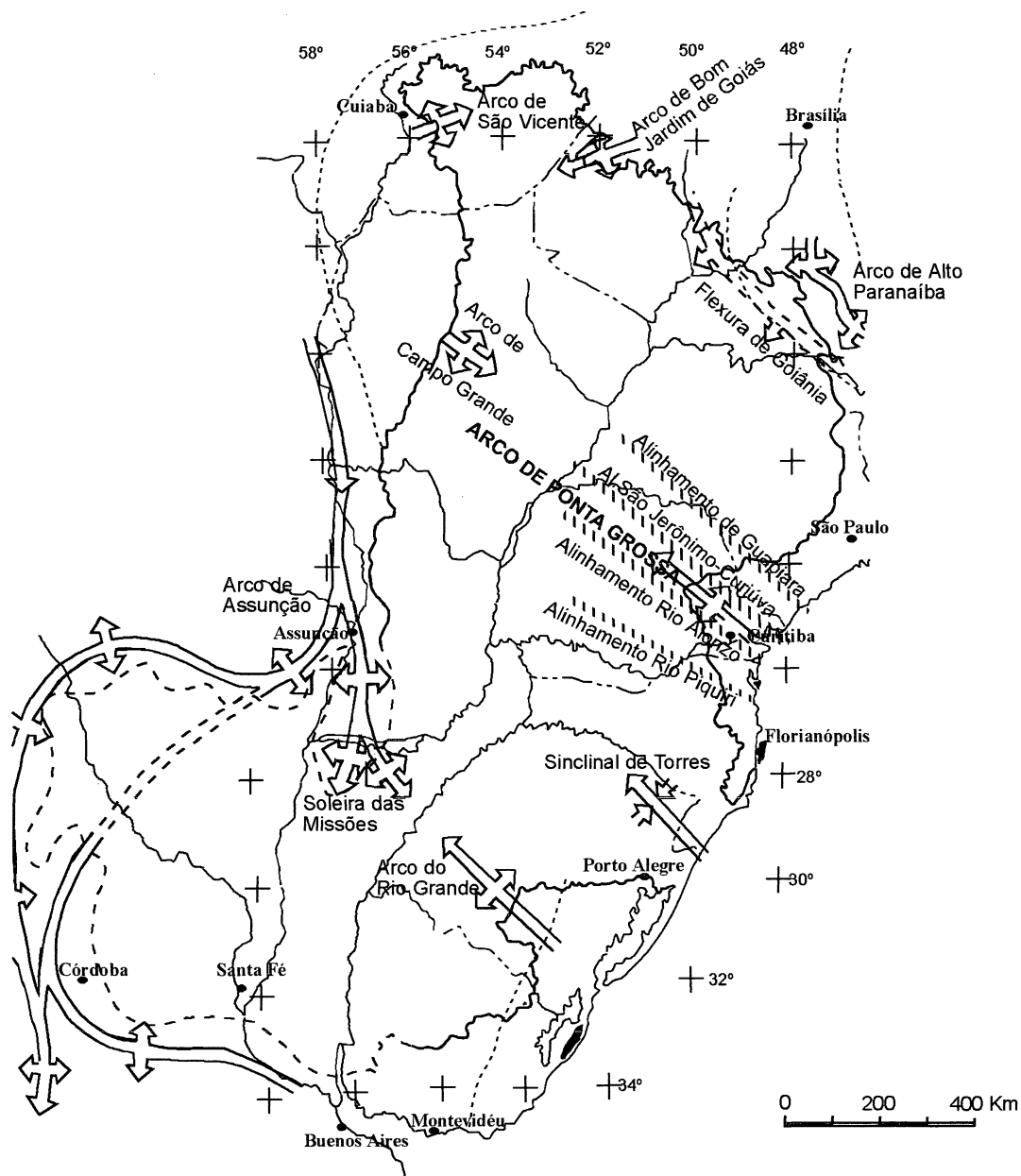
A estrutura da Bacia do Paraná no Estado do Paraná, foi fortemente influenciada pelos eventos relacionados ao Arco de Ponta Grossa (Figura 04). Para VIEIRA segundo VIANNA (1995), *“o Arco de Ponta Grossa é uma das feições regionais mais proeminentes de toda a Bacia do Paraná.”*

Possivelmente, o Arco de Ponta Grossa é o principal condicionante da atividade magmática ocorrida na região. O seu eixo é representado pela linha Castro/Apucarana e divide duas áreas distintas:

- * - sul: unidades estratigráficas afloram na direção NW;
- * - norte: as mesmas unidades afloram na direção NE (FERREIRA, 1982 e VIANNA, 1995).

Seu limite setentrional é o alinhamento estrutural de Guapiara, feição tectônica com aproximadamente 600 Km de comprimento e largura entre 20 e 100 Km. Este alinhamento inicia na região de Iguape (SP), constituída de sedimentos litorâneos, atravessando terrenos pré-cambrianos, penetrando a bacia do Paraná na confluência dos rios Verde e Paraná.

FIGURA 04 - PROPOSTA DE CONFIGURAÇÃO DO ARCO DE PONTA GROSSA E PRINCIPAIS ELEMENTOS TECTÔNICOS DA BACIA DO PARANÁ SEGUNDO FERREIRA (1982)



ARCO DE PONTA GROSSA

LIMITE SETENTRIONAL: ALINHAMENTO DE GUAPIARA

REGIÃO CENTRAL: ALINHAMENTO SÃO JERÔNIMO-CURIÚVA
ALINHAMENTO DO RIO ALONZO

LIMITE MERIDIONAL: ALINHAMENTO DO RIO PIQUIRI

FONTE: FERREIRA (1982,P.149)

A região central é limitada pelos alinhamentos estruturais de São Jerônimo – Curiúva e do Rio Alonzo, onde há grande concentração de diques de diabásio. Tanto os alinhamentos como os diques, estendem-se por aproximadamente 600 Km, com largura entre 80/100 Km. A direção predominante dos diques é NW. O alinhamento São Jerônimo – Curiúva inicia no paralelo 24° sul a 15 Km de Ibaiti, passando por Londrina e atingindo o paralelo 22° sul. O alinhamento Rio Alonzo inicia no meridiano 51° oeste, segue o rio Alonzo, passa por São Pedro do Ivai e sul do Paraíso do Norte, atingindo o paralelo 23° sul (FERREIRA, 1982).

O limite meridional é representado pelo alinhamento do Rio Piquiri, com um conjunto de lineamentos dispostos preferencialmente segundo NW. Este alinhamento inicia próximo a 25° sul e 52° oeste, passando pela confluência dos rios Piquiri e Cantu, atingindo o meridiano 53° oeste (FERREIRA, 1982).

Na região limitada pelos alinhamentos do Rio Alonzo e Rio Piquiri, destaca-se um enxame de diques na região de Cândido de Abreu, com largura máxima de 20 Km e extensão não superior a 80 Km. O mesmo acontecendo nos terrenos cambrianos (Folha Curitiba), sendo perfeitamente mapeáveis, continuando até o litoral.

Para VIEIRA segundo VIANNA (1995, p.40),

“Esta inflexão das camadas se deve ao grande soerguimento estrutural à época dos episódios de vulcanismo básico do Cretáceo, modelando a configuração hoje conhecida por Arco de Ponta Grossa, onde ocorre a maior concentração de diques de diabásio da bacia com direção NW”.

A evolução do Arco de Ponta Grossa está intimamente interligada e inter-influenciada pela evolução da Bacia do Paraná.

Entre o Devoniano Superior e Carbonífero Superior, a região ocupada pelo Arco de Ponta Grossa, entre os alinhamentos São Jerônimo – Curiúva e Rio Alonzo, mostra-se soerguida e mergulhando para o interior da bacia, refletindo movimentos invertidos do embasamento cristalino. Estes blocos de falhas do embasamento também geraram

abatimentos, como em São Paulo, onde o alinhamento de Guapiara exibiu comportamento inverso - estrutura deprimida, chegando a acumular 1.315 metros de sedimentos sobre seu eixo (FERREIRA, 1982, p.153).

Até o final da Era Paleozóica, toda a bacia do Paraná passou por um período de relativa calma tectônica. A Formação Rio Bonito foi depositada discordantemente sobre a Formação Itararé e, a sedimentação encontrou a área central do Arco de Ponta Grossa em lenta ascensão à margem da Bacia do Paraná, o que pode ter originado os sistemas deltaicos desta formação.

Durante a sedimentação da Formação Palermo, a região entre os alinhamentos de São Jerônimo – Curiúva e Rio Alonzo continuou em lenta ascensão, pois há lentes arenosas em seu topo.

O Alinhamento Guapiara foi responsável pela difícil correlação estratigráfica entre as Formações Rio Bonito, Palermo e Tatui (SP). Este alinhamento modificou as condições de deposição na área do embasamento de São Paulo e influenciou, também, o vulcanismo.

O Permiano Superior inicia-se com a deposição da Formação Irati, sendo que a estabilidade tectônica da bacia é acentuada, pois ocorreu deposição em extensas áreas, sem grandes contrastes nas suas espessuras. Do final do Permiano até o Triássico, a bacia do Paraná soergueu-se, interrompendo a sedimentação e consentindo a atuação de fenômenos erosivos extensivos.

O Arco de Ponta Grossa, durante o Mesozóico foi menos subsidente que as áreas marginais, sendo afetado pela Reativação Wealdeniana (para ALMEIDA segundo FERREIRA, 1982, p.159).

Para FERREIRA (1982), a Reativação Wealdeniana é

“um conjunto complexo de fenômenos tectônicos e magmáticos definidos por ALMEIDA (1967), extensivo a todo território brasileiro, com manifestações

particulares na região admitida como ocupada pelo Arco de Ponta Grossa. Constitui a mais expressiva manifestação diastrófica da Bacia do Paraná após o Cambro-Ordoviciano, reativando estruturas antigas e gerando outras, a elas relacionadas ou não, associado a processos magmáticos que permitiram o surgimento dos derrames basálticos e intrusivas alcalinas.”

Durante a reativação diferencia-se três fases. Entre o Jurássico e o Cretáceo Inferior, a estrutura e os alinhamentos foram soerguidos intensamente, originando às suas margens falhas distensionais, que condicionaram os *sills* e diques de diabásio do Arco. Esta fase é simultânea ao vulcanismo fissural.

Mesmo com o término da atividade magmática, os alinhamentos continuaram ativos e, vários autores colocam a possibilidade de focos vulcânicos da mesma natureza devam existir em sub-superfície, ao longo dos alinhamentos.

No Cretáceo Superior, o Arco está associado a soerguimentos dos arcos marginais da bacia, possibilitando uma sedimentação em leques aluviais, simultânea ao vulcanismo neo-Cretáceo e eo-Terciário (para FULFARO *et alii* segundo FERREIRA, 1982, p.160).

Durante a Reativação Wealdeniana, falhas e fraturas de distensão auxiliaram no extravasamento do magma basáltico e, nas margens e estruturas transversais à elas, ocorreram intrusões alcalinas e alcalino-ultrabásicas. No Eoceno, a atividade magmática termina mas, a bacia é afetada por movimentos epirogenéticos positivos, que à expõe a erosão que desgastam as estruturas vulcânicas, expondo grande extensão dos basaltos (ALMEIDA, 1981).

Durante as atividades vulcânicas, as regiões afetadas pelos movimentos epirogenéticos positivos foram salientadas, sendo afetadas por magma alcalino. As regiões interiores foram deprimidas, o que provocou maior acúmulo de derrames.

Esta reativação tem sido relacionada por ALMEIDA (1981) como reflexo dos fenômenos que levaram à separação da América do Sul e África e conseqüente abertura do Oceano Atlântico.

Para LEINZ *et alii* (1970), o conjunto de derrames possui cerca de 350 metros de espessura média na borda e cerca de 1.000 metros na parte central da bacia e, a espessura média para toda a bacia é de, aproximadamente, 650 metros, ocupando mais ou menos 1.000.000 Km² e 650.000 Km³ de volume de lava basáltica. As espessuras máximas estão no interior da bacia, atingindo quase 1.800 metros.

A composição química dos derrames corresponde à de basaltos toleíticos mas, nos Estados do sul, principalmente, Rio Grande do Sul, a composição evolui para intermediária à ácida, sendo que o vulcanismo ácido pode ter sido do tipo de escudo dômico (para SZUBERT segundo ALMEIDA, 1981).

2.2.3 - FORMAÇÃO SERRA GERAL

A Formação Serra Geral representa o mais importante derrame continental vulcânico da Terra, aproximadamente, 1.200.000 Km², representando cerca de 75% de toda a Bacia do Paraná (PICCIRILLO & MELFI, 1988, p.05).

A Formação Serra Geral no Paraná especificamente, recobre a Formação Botucatu e, no noroeste, encontra-se recoberta pela Formação Caiuá.

LEINZ (1949), descreveu esta Formação como decorrente de intenso vulcanismo com manifestações intrusivas e extrusivas, com variado caráter químico, ocorrido em clima árido, de forma intermitente e assincrônica.

A descrição feita por LEINZ (1949) e discutida por GUIDICINI & CAMPOS (1968) sobre a configuração interna dos derrames que compuseram a Formação Serra Geral é aceita pela grande maioria dos geólogos. A base do derrame possui diaclasamento horizontal com basalto vítreo, a região central é compacta com diaclasamento vertical e a porção superior é composta por basalto amigdalóide com diaclasamento horizontal. A passagem do basalto vesicular para o compacto é transicional, com gradual diminuição da intensidade de ocorrência das vesículas. O preenchimento das cavidades pode ser total ou parcial ou pode limitar-se ao seu revestimento (GUIDICINI & CAMPOS, 1968).

Para SOARES segundo VIANNA (1995), a Formação Serra Geral constitui uma designação proposta por WHITE em 1908 para o conjunto de basaltos formados por derrames em extenso vulcanismo de fissura, incluindo pequenos corpos de arenitos intercalados nos derrames.

Estudos radiométricos indicam que estas rochas vulcânicas ocorreram entre 140 e 120 milhões de anos, não havendo muita divergência quanto à idade dessas rochas. PICCIRILLO *et alii* (1994), PICCIRILLO & MELFI, (1988), RÜEGG e SCHNEIDER *et alii* segundo VIANNA (1995), indicam que a idade da grande maioria dos basaltos e da principal fase do vulcanismo, situam-se em torno de 130 a 120 milhões de anos, portanto, no Cretáceo Inferior.

Para BELLINI *et alii* segundo VIANNA (1995), as rochas da Formação Serra Geral, foram caracterizadas como lavas de intrusões associadas, predominantemente básicas e de natureza toleítica, basaltos e andesitos basálticos, 68% do total, secundadas por intermediários de caráter igualmente toleítico (andesitos – 14%) e de lavas ácidas (riodacitos e riolitos - 16%).

Vários autores identificaram derrames de natureza mais ácida desta Formação no Rio Grande do Sul, havendo a possibilidade de ocorrência de rochas similares em Santa Catarina.

(São Joaquim e Campos Novos) e no Paraná (Palmas - próximo à área de estudo e Herciliópolis)(PAIVA FILHO & CROSTA, 1982).

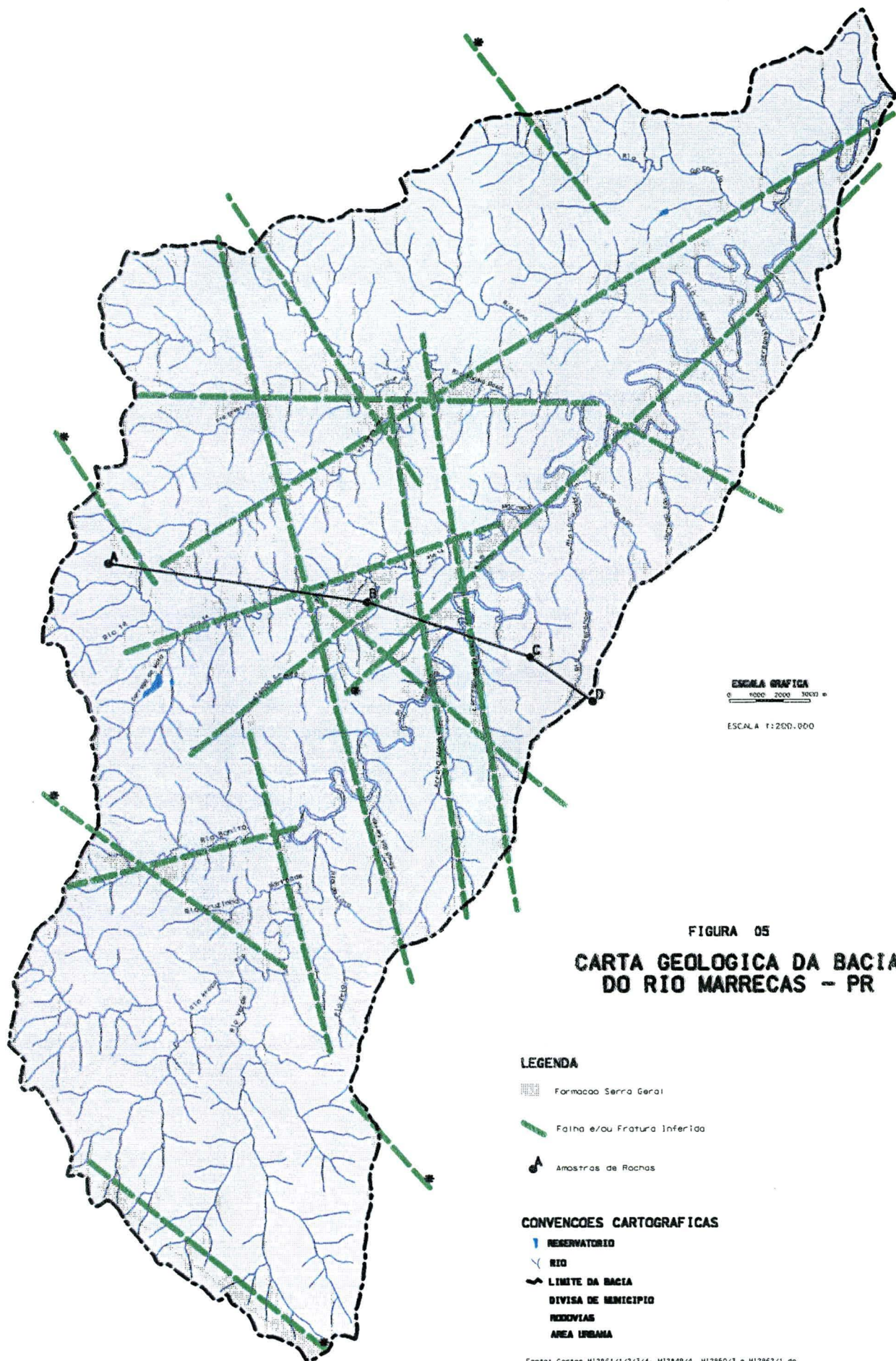
Especificamente no Paraná, para SZUBERT segundo VIANNA (1995) assinala que, na porção central do Estado, na Serra de Guarapuava, há uma área de afloramento de derrames ácidos, sendo tal diferenciação mapeada como Formação Serra Geral Membro Nova Prata, composta por basaltos pórfiros, dacitos, riolitos e riodacitos. Mais ao norte, contornando o Arco Ponta Grossa, outras áreas aparecem mapeadas como ácidas.

2.2.4 - GEOLOGIA DA BACIA DO RIO MARRECCAS

Na área em estudo os basaltos da Formação Serra Geral constituem a única rocha aflorante, sendo que diversos mapas e trabalhos atestam tal situação. Isto confirma-se com quatro amostras plotadas na bacia, que fazem parte da pesquisa que PICCIRILLO & MELFI realizaram na Bacia do Paraná. As referidas amostras são as de números 738, 739, 741 e 742 (PICCIRILLO & MELFI, 1988, p.434) que, no presente trabalho, passarão a ser denominadas de amostras A, B, C e D, respectivamente (Figura 05).

Para PICCIRILLO & MELFI (1988, p.06), a Formação Serra Geral é, atualmente, representada por diferentes tipos de rochas: basaltos toleíticos (90% do volume), andesitos toleíticos (07% do volume) e riodacitos – riolitos (03% do volume).

Para SZUBERT (1979, p. 117) *o estudo da composição química e mineralógica das rochas vulcânicas mesozóicas da Bacia do Paraná possuem variação composicional muito pequena entre os derrames basálticos, embora o grande volume dessas rochas.*”



Fonte: Cartas W2861/1/2/3/4, W2849/4, W2850/3 e W2862/1 do Ministério do Exército, escala 1:50.000.

Organização: Produzido por Eliane R. Ferretti
Orientação: Prof. Dr. Naldy E. Donati
Desenho: Irani dos Santos
Data: maio/1998

As alterações de composição de um mesmo magma basáltico original, poderão ocorrer durante sua própria ascensão, através de processos de cristalização fracionada ou por contaminação de material sílico.

Até recentemente, tais rochas, eram consideradas essencialmente básicas, pertencentes a derrames toleíticos. Mas, vários autores identificaram derrames de natureza mais ácida nesta Formação.

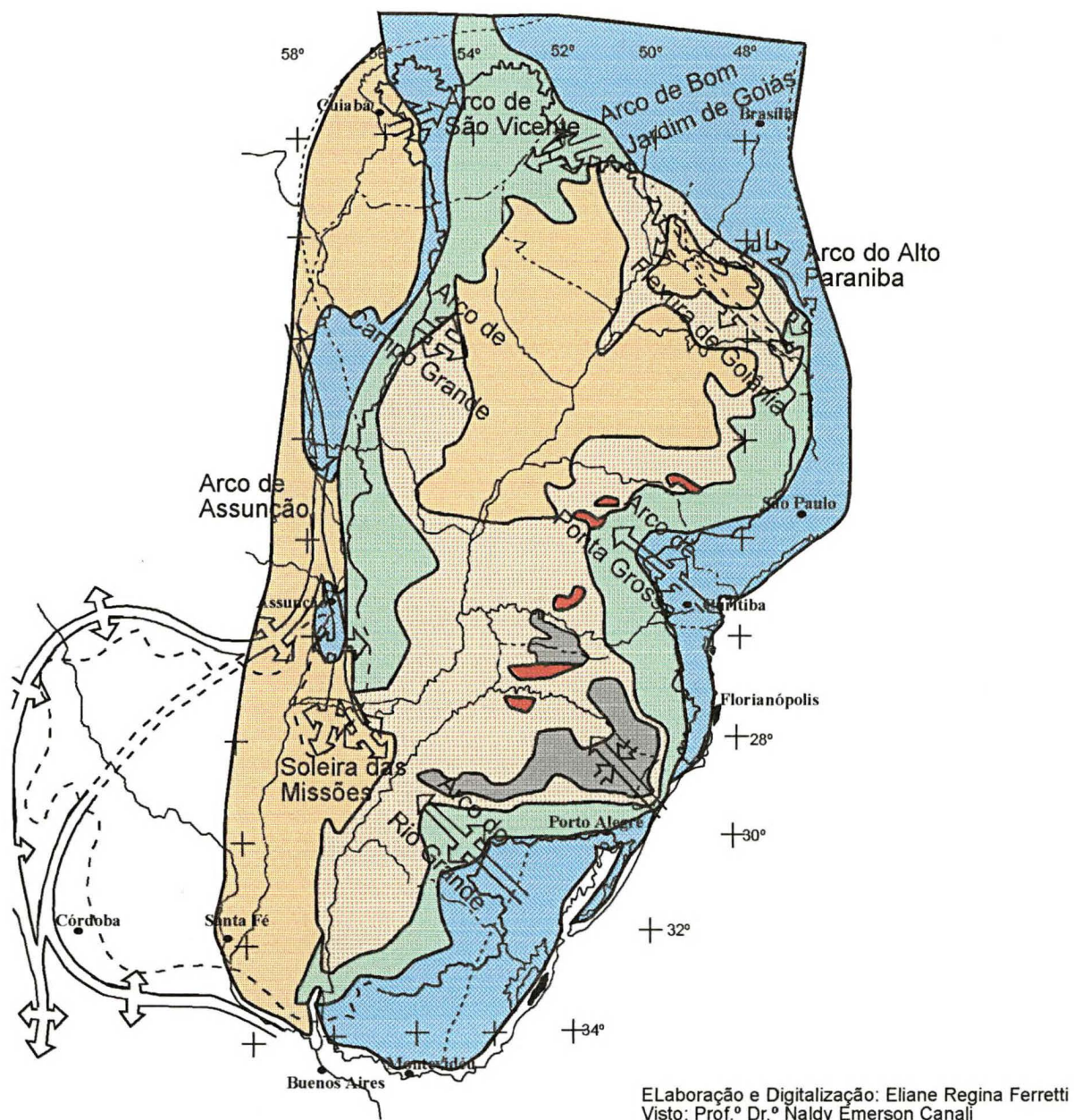
Para PAIVA FILHO & CRÓSTA (1982, p.136), este dado fornece subsídios para pensar em manifestações ácidas descontínuas com pouca expressividade em termos de área ocupada. Para SZUBERT segundo PAIVA FILHO & CRÓSTA (1982), estas rochas mais ácidas, ocorreriam em 04 faixas axiais de direção aproximadamente leste – oeste no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo.

Estes derrames ácidos são diferenciados em dois tipos principais de rochas (Figura 06):

* - **tipo Palmas (PAV):** possui textura fina, sem fenocristais (*aphyric*) à textura em macrofenocristais e fenocristais, contendo menos de 02% do volume (*subaphyric*). São afaníticas, pretas, fratura concooidal e estão sobrepostas por rochas subfaneríticas, cinza claro (nome local: basalto carijó). Os afloramentos apresentam ângulos de mergulhos diferentes com variação geométrica do tipo sinclinal/anticlinal. As rochas deste tipo – PAV, estão concentradas nos Estados do Rio Grande do Sul e, com menor frequência em Santa Catarina e Paraná. São relativamente pobres em TiO_2 (e elementos incompatíveis) e, geralmente, estão associadas com basaltos de baixo teor de TiO_2 (sul da bacia do Paraná)(PICCIRILLO & MELFI, 1988).







* - **tipo Chapecó (CAV):** são, frequentemente, porfirídicos (cristais de plagioclásio acima de 20 mm) e, são diferenciados dos PAV, quando frescos são cinza esverdeados e,

FIGURA 06 - DADOS GEOLÓGICOS DA BACIA DO PARANÁ
(modificado de PICIRILLO & MELFI, 1988, p.03)



Elaboração e Digitalização: Eliane Regina Ferretti
Visto: Prof.º Dr.º Naldy Emerson Canali

LEGENDA

- | | |
|--|---|
|  Embasamento Cristalino
Pré - Devoniano |  Rocha Vulcânica - ácida
Formação Serra Geral
Tipo Palmas |
|  Sedimentos Pré - Vulcânicos
Principalmente do Paleozóico |  Rocha Vulcânica - ácida
Formação Serra Geral
Tipo Chapecó |
|  Rochas Vulcânicas
Básicas à Intermediárias
Formação Serra Geral
Cretáceo Inferior |  Sedimentos Pós - Vulcânicos
Principalmente cretáceo Superior |

quando alterados, marrom avermelhados. Apresentam-se sub-horizontais e, provavelmente, relacionados aos planos de contato. Afloram ao norte da bacia do Paraná (entre Paraná e São Paulo) e, estão associados aos PAV no Paraná e norte do Rio Grande do Sul. São ricos em TiO_2 (e elementos incompatíveis) e são associados com basaltos com alto teor de TiO_2 (PICCIRILLO & MELFI, 1988).

Estes autores dividiram a Bacia do Paraná em três porções principais, a partir de dados petrográficos (PICCIRILLO & MELFI, 1988, p.08):

- * - Região Paraná Sul: ao sul do alinhamento do Rio Uruguai;
- * - Região Paraná Central: entre os alinhamentos Rio Uruguai e Rio Piquiri;
- * - Região Paraná Norte: ao norte do alinhamento do Rio Piquiri.

A área do presente estudo - Bacia do Rio Marrecas, pertence a Região Paraná Central (*Central Paraná Basin – CPB*), que é caracterizada por um conjunto vulcânico similar ao das outras duas regiões. O vulcanismo básico predomina (98% do volume), as rochas tipo Chapecó participam com 1,1% do volume e as do tipo Palmas, com 09% do volume. O conjunto vulcânico é representado por basaltos toleíticos, basaltos andesitos e *latibasalts* (espessura: 50 – 550 metros), revestidos por derrames riociticos e riolíticos do tipo Palmas (espessura: 30 - 250 m; média de 90 metros) e tipo Chapecó (espessura: 40 – 250m; média de 88 metros) (ver Figura 06, p.29).

PICCIRILLO & MELFI (1988), descrevem as amostras:

Amostra A (738/B812): basalto – andesito. Teor de TiO_2 intermediário entre 2[TiO_2 3 wt %]. Textura com cristas de feldspatos, cujo tamanho é aproximado dos cristais de piroxênios e estão, parcialmente, incluídos neles. Plagioclásio, augita de 0,5 a 2mm, plagioclásio, augita e *opaques* (que são, possivelmente, titanomagnetita e ilmenita; sulfetos

de ferro e cobre, como também hematita e cobre nativo), de 0,2 à 0,5 mm; plagioclásio, augita, *opaques* e apatita, menor que 0,2 mm mais *interstitial glass*.

Amostra B (739/B811): basalto – andesito. Teor de TiO_2 intermediário entre 2 [TiO_2 '3 wt %. Textura com cristais de feldspatos com tamanho aproximado dos cristais de piroxênios e estão, parcialmente, incluídos neles. Plagioclásio e augita de 0,5 à 2mm; plagioclásio, augita, *opaques* e *pigeonite* de 0,2 à 0,5 mm; plagioclásio, augita, *opaques* e *pigeonite* menor que 0,2 mm, mais *interstitial glass*.

Amostra C (741/BP141P): basalto – andesito. Teor de TiO_2 intermediário entre 2 [TiO_2 '3 wt %. Textura alocristalina com macrofenocristais e fenocristais contendo menos de 2% do volume, sendo que os componentes da massa vítrea possuem cristais entre 3:5 e 1:7. A massa vítrea contém fenocristais e microfenocristais de plagioclásio, augita e *opaques*.

Amostra D (742/B810): basalto em transição. Baixo teor de TiO_2 (TiO_2 '2 wt %) – rochas básicas e intermediárias. Textura com macrofenocristais e fenocristais contendo menos de 2% do volume. Fenocristais de plagioclásio e augita; microfenocristais de plagioclásio, *opaques* e olivina (alterados) e augita; plagioclásio, augita, *opaques* e apatita estão na matriz.

No QUADRO 04, apresentamos a composição química das 4 amostras e a composição química média das rochas ígneas apresentadas por GUIMARÃES (1960) e por BROWN *et alii* (1994), com a finalidade de compararmos os resultados.

Observamos que, em relação ao elemento SiO_2 , a quantidade das 4 amostras está abaixo da média apresentada por GUIMARÃES (1960) e acima da média de BROWN *et alii* (1994). É o mineral mais abundante da crosta após os feldspatos. Quando aparece em estado livre torna a rocha mais resistente à erosão.

QUADRO 04 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS AMOSTRAS A, B, C e D X
COMPOSIÇÃO QUÍMICA MÉDIA DAS ROCHAS ÍGNEAS SEGUNDO GUIMARÃES E
BROWN *et alii*.

Elementos	Amostras				GUIMARÃES			BROWN <i>et alii</i>
	A	B	C	D	1	2	3	4
SiO ₂	51.09	50.73	49.97	49.20	59.14	64.90	61.95	48
TiO ₂	2.15	1.87	2.06	1.61	1.05	0.55	0.96	2.4
Al ₂ O ₃	14.30	14.52	12.86	15.87	15.34	15.55	15.30	15
Fe ₂ O ₃	3.13	3.17	10.93	5.08	3.08	2.15	0.94	03
FeO	10.11	9.55	2.70	6.97	3.80	2.50	4.57	08
MnO	0.23	0.23	0.19	0.18	0.12	--	0.07	
MgO	2.97	4.16	5.25	4.67	3.49	2.45	4.10	10
CaO	8.76	9.09	7.06	9.43	5.08	4.30	4.66	10
Na ₂ O	2.78	2.63	2.11	3.12	3.84	3.45	3.43	12
K ₂ O	0.83	1.01	3.01	1.11	3.13	3.65	3.37	01
P ₂ O ₅	0.42	0.39	0.31	0.32	0.30	0.175	0.16	01

FONTE:

- - dados A, B, C e D: PICCIRILLO & MELFI (1988, p.434).
- - 1, 2 e 3 : GUIMARÃES (1960, p.115), onde 1, composição média segundo CLARKE & WASHINGTON; 2, composição média segundo VOGT e 3, composição média segundo GOLDSCHMIDT (opdalita do sul da Noruega).
- - composição média simplificada do basalto: BROWN *et alii* (1994, p.56).

No geral, podemos referenciar que os resultados das amostras estão acima da média apresentada por GUIMARÃES e BROWN *et alii*.

A partir da análise da composição química da rocha, pode-se correlacionar a composição mineralógica. Para que as correlações sejam mais detalhadas há determinados procedimentos e análises específicas para serem feitas.

Mas, de maneira geral, os geólogos apresentam a composição mineralógica média dos basaltos, como a apresentada no QUADRO 05, segundo BROWN *et alii* (1994, p.54).

A composição apresentada é simplificada e, de maneira nenhuma, todos os basaltos tem somente esses minerais nessas proporções. Outros minerais podem estar presentes e, alguns dos listados podem estar ausentes; por exemplo, nem todos os basaltos tem olivina. Mas, sobretudo as proporções relativas dos principais minerais não diferirá por mais de alguns poucos percentuais para mais ou para menos dos números representados.

Comparando-se a composição mineralógica das 4 amostras com a do QUADRO 05, observa-se que:

* - na composição simplificada do QUADRO 05, BROWN *et alii* não referencia um percentual de quartzo mas, para DEER *et alii* (1966, p.374) nas rochas eruptivas básicas, geralmente, atinge valores menores que 5%. Assim, observa-se que as Amostras A e B, que possuem valores menores de quartzo, são mais ácidas que a amostra C, que possui valor baixo e a D, que não possui quartzo na sua composição mineralógica.

Pode-se admitir esta afirmação, pois o teor de olivina nas amostras A, B e C é zero e, na amostra D é de 6,28, caracterizando a rocha como mais básica;

* - o percentual de ortoclásio da amostra D é acima das demais amostras e da média apresentada por BROWN *et alii* o que vem reforçar a acidez, apesar desta amostra ter um baixo teor de quartzo;

QUADRO 05 - COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA SIMPLIFICADA DO BASALTO SEGUNDO BROWN *et alii* EM % DE VOLUME.

ELEMENTOS	BASALTO
Quartzo - SiO_2	---
Feldspato Potássico - KAlSi_3O_8	5
Feldspato plagioclásio:	
Albita - $\text{Na Al}_2\text{Si}_3\text{O}_8$	20
Anortita - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	35 = 55
Mica biotita - $\text{K}(\text{Fe}, \text{Mg})_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	30
Piroxênio - $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})\text{Si}_2\text{O}_6$	10
Olivina - $(\text{Mg}, \text{Fe}) \text{SiO}_4$	---
Calcita - CaCO_3	---
TOTAL	100

FONTE: BROWN *et alii* (1994, p.54).

* - em relação a albita, a média apresentada por BROWN *et alii* é de 20% e, das 4 amostras, apenas a amostra C apresenta teor menor. O mesmo observa-se para anortita que, somente a amostra C possui um teor menor. No QUADRO 05, a somatória entre estes dois elementos é de 55% mas, nas amostras, as somatórias ficam abaixo desta média: 47,61 para A; 47,08 para B; 34,57 para C e 52,42 para amostra D.

O plagioclásio albita caracteriza-se por uma acidez mais elevada que o plagioclásio anortita. Para o caso das 4 amostras, há um certo equilíbrio de teor entre estes dois elementos.

* - quanto ao piroxênio, BROWN *et alii* apresenta um percentual médio de 10 e, nas 4 amostras, tanto o diopsídio como o hyperstênio (que são piroxênios) apresentam teor acima da média.

Os minerais não se cristalizam ao mesmo tempo mas, sobre uma faixa de temperaturas. Assim, os primeiros que se formam a partir da consolidação do magma, são os menos estáveis, em função da diferença entre as condições físico-químicas do meio em que se cristalizaram e as do ambiente (MONIZ, 1972, p.308).

Para GOLDICH segundo MONIZ (1972), a ordem de estabilidade dos minerais é apresentada conforme o QUADRO 06.

QUADRO 06 - SÉRIE DE ESTABILIDADE DOS MINERAIS SEGUNDO GOLDICH.

MÁFICOS	FÉLSICOS
Olivina	Bytownita
Augita	Labradorita
Hornblenda	Oligoclásio
Biotita	Albita
Feldspato Potássico	
Muscovita	
Quartzo	

FONTE: MONIZ (1972, p. 308).

A olivina é o mineral de menor estabilidade e, entre eles, há uma gradação contínua, que reflete as variações nas condições de sua formação. A olivina origina vários minerais

secundários. Mas, primeiramente, decompõe-se em silicato de magnésio hidratado – serpentina e óxido de ferro, sendo que produto resultante é um material ferruginoso.

Os piroxênios, assim como os anfibólios, transformam-se, também, em minerais argilosos. O ferro pode combinar-se com o oxigênio e a água para formar a hematita ou limonita; o cálcio e o magnésio podem solubilizarem-se em bicarbonatos ou sulfatos, que são lixiviáveis. A sílica que compõe os silicatos primários pode ser removida na forma solúvel. E, o material argiloso restante adquire coloração vermelho, amarela devido a presença de óxidos de ferro.

Nas regiões tropicais, o principal produto da decomposição da mica é a caulinita, que representa o estágio mais importante de sua decomposição.

O quartzo é um dos minerais mais resistentes à alteração e, devido a esta resistência física e química, é um mineral detrítico abundante e sofre concentração durante os processos sedimentares, até originar areais e arenitos de vários tipos.

O principal produto da intemperização dos feldspatos nas regiões tropicais é o caulim e, para MONIZ (1972, p.311) este termo designa mistura de caulinita e haloisita. A mica é um elemento intermediário da alteração dos feldspatos, sendo que o teor será maior quanto maior será o teor de potássio do feldspato.

O relevo derivado do vulcanismo é variado devido as formas de esculturação serem unidas àquelas resultantes da erosão diferencial. O basalto em estado natural é coerente e resistente mas, quando diaclasado, oferece menor resistência à erosão e à esfoliação.

Quando o basalto está exposto à superfície, fica sujeito ao processo de intemperismo. A intensidade do intemperismo depende de diversos fatores, desde o tamanho das partículas das rochas, permeabilidade da rocha, posição do nível hidrostático, relevo, temperatura,

composição e quantidade de água subterrânea, oxigênio, macro e micro flora e faunas presentes, superfície da rocha exposta (PENTEADO, 1978, p.66).

A partir da intemperização, a rocha começa a alterar-se em relação à composição mineralógica, apresentando mudanças a partir dos diversos estágios de decomposição.

As formas de relevo são influenciadas pelo comportamento da rocha diante do intemperismo. O percentual de cada mineral na sua composição irá auxiliar em uma velocidade maior ou menor do processo de alteração.

Na área em estudo, o clima predominante é úmido (para Köppen – Cfa), com precipitação bem distribuída durante o ano (média anual de 1.000mm). Caso a rocha possua minerais suscetíveis à erosão, irá influenciar na característica do relevo. É o caso da amostra D, que não possui um percentual significativo de quartzo e apresenta um teor de olivina de 6,28, o que auxilia na erosão da rocha. As demais amostras (A, B e C), não apresentam olivina na composição, apresentando teor de quartzo.

Observando a Carta Geológica da Bacia do Rio Marrecas (Figura 05, p.27), percebe-se um sistema representativo de falhas, sendo que àquelas identificadas por um * (asterisco) foram compiladas do Mapa Geológico do Estado do Paraná. As demais foram inferidas a partir da fotointerpretação, tendo por base dos procedimentos explicados por SOARES & FIORI (1976).

Esclarece-se que estas falhas foram deduzidas a partir da fotointerpretação e, em nenhum momento fomos a campo para comprovação das informações, portanto, a Carta Geológica da Bacia do Rio Marrecas, não poderá ser usada como base para outros trabalhos que necessitem destas informações com precisão, em função de serem inferidas.

Visualmente, percebe-se que o rio Marrecas tem a maior parte do seu canal influenciado por uma falha de direção SW/NE, que poderá ter influenciado toda a evolução da bacia e/ou reestruturou a rede de drenagem.

Das dezoito falhas inferidas, oito (44,44%) possuem direção NW/SE; cinco (27,78%) tem direção SW/NE; três (16,66%), N/S, uma (05,56%) possui a direção N/E e uma, com direção NW/NE.

As duas principais direções, NW/SE e NE/SW, encaixam-se nas duas principais feições lineares da Bacia do Paraná, consideradas zonas de fraquezas antigas que foram reativadas durante a evolução da bacia. A área de estudo, embora relativamente afastada do Arco de Ponta Grossa, certamente também influenciada pelos eventos ligados a ele.

Para SOARES *et alii* (1981), *“é possível discriminar as formas texturais da drenagem que apresentam, por sua organização e estruturação, maior probabilidade de terem sido condicionadas ou controladas por uma estrutura geológica”*.

Partindo do princípio que o relevo e a rede de drenagem desenvolvem-se em função da litologia e do controle estrutural, SOARES *et alii* (1981 e 1982) estudou a Bacia do Paraná para localização e definição de morfoestruturas, a fim de detectar estruturas favoráveis à acumulação de hidrocarbonetos. Um dos elementos que foram analisados foi a assimetria da rede de drenagem.

Assim, para os referidos autores, os canais fluviais que desenvolvem-se sobre os estratos inclinados, tendem a ajustarem-se a este acamamento. Quando o estrato é de fraca à moderadamente inclinado, a drenagem vai apresentar tamanho e/ou arranjo sistematicamente diferenciado de cada lado de um elemento de ordem imediatamente superior.

Em relação ao relevo, este também tende a ajustar-se ao acamamento. Geralmente, as vertentes de um mesmo vale apresentam-se com angularidade e forma diferenciadas. A

vertente com a inclinação mais suave, possivelmente, está concordante com o sentido do mergulho das camadas e, a mais inclinada, poderá ser perpendicular ao sentido (SOARES *et alii*, 1982).

Na bacia do rio Marrecas, constata-se a assimetria da sua forma. A margem direita do rio Marrecas (5ª ordem, maior hierarquização da bacia), apresenta tamanho e arranjo espacial diferente da margem esquerda.

2.3 - CLIMA

Para NIMER (1971, p.04), a *“homogeneidade e unidade climática da região sul do Brasil, deve-se a uma certa homogeneidade e unidade de fatores e processos genéticos que atuam sobre as condições de tempo nelas reinantes.”*

Sua uniformidade é devido ao predomínio do clima mesotérmico, superúmido, sem estação seca e, sua unidade é expressa pelo ritmo climático característicos de regiões temperadas (NIMER, 1971, p.59).

A fisiografia da região, representada por um relevo de formas simples, não interfere significativamente às características dos fatores dinâmicos. Estes fatores dinâmicos estão bem representados pela passagem da *frente polar em frontogênese*, o que confere mudanças bruscas de tempo em qualquer estação do ano.

O regime anual de precipitação é bem distribuído e, somente na região norte e oeste do Paraná, o regime de chuvas é parecido com o ritmo tropical, determinando um curto período seco ou subseco no inverno (NIMER, 1971, p.59). A oscilação térmica é significativa: inverno frio e verão quente. Nas regiões de planalto, o verão é brando e, no litoral do Paraná e Santa Catarina e porção norte do Paraná, o inverno é ameno.

O caráter úmido do clima influenciou e influencia na elaboração do revestimento vegetal. As diferentes composições e estruturas das florestas nativas (antes de serem devastadas), refletiam a variação das condições térmicas da região. A vegetação ao longo do litoral, possuía características de composição e estrutura tropicais. A medida em que avançava-se em direção ao litoral do Paraná e Santa Catarina, as espécies de clima tornavam-

se cada vez menos numerosas, caracterizando um revestimento de transição, ligado à floresta latifoliada perenifólia tropical do litoral e encosta.

No interior, as florestas também apresentavam um caráter de transição entre a floresta tropical e a subtropical, devido a transição térmica do clima subquente e a umidade (menos umidade que a região litorânea com 01 ou 02 meses secos ou superúmido com subseca no inverno). A floresta de araucária dominava as áreas onde, geralmente, havia pelo menos 01 mês com temperatura inferior a 13° C, verão brando e inverno acentuadamente frio, elevado índice de geada e maior possibilidade de nevada.

O Estado do Paraná caracteriza-se, do ponto de vista climático, segundo SIMÕES (1954), como *“uma região de transição entre dois regimes climáticos diferentes: o clima tropical que domina o planalto paulista e o clima mesotérmico sempre úmido que caracteriza, de modo geral, a região sul do país e que se poderia denominar de subtropical.”*

Para NIMER (1971), o caráter de transição é devido a um conjunto de fatores: uns de “ordem estática” – posição e relevo e, outros, de “ordem dinâmica” – mecanismos atmosféricos, que atuam simultaneamente em constante interação.

O relevo do Paraná influencia (e muito) no clima, por ser constituído por grandes extensões de superfície de planalto, situadas entre 300 e 900 metros. Aproximadamente, 2/3 do total do seu território está na zona extratropical, o que lhe confere características típicas de clima temperado. Mas, outros fatores geográficos do continente sul-americano lhe confere caráter subtropical.

Mas, o clima de uma região não pode ser estudado e compreendido sem o conhecimento do mecanismo atmosférico, pois os demais fatores (relevo, latitude, continentalidade, etc.), interagem com os sistemas regionais de circulação atmosférica.

2.3.1 - CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA

O clima de qualquer localidade depende da circulação atmosférica. A região sul, localizada nas latitudes médias, pela sua posição, é afetada pelos principais centros de ação da América do Sul, tanto das baixas como das altas latitudes.

O panorama continental é definido a partir dos seguintes centros de ações: os anticlonais, responsáveis pela individualização de massas de ar e, os depressionários, que funciona como chamariz dos deslocamentos daquelas (NIMER, 1971).

Os dois centros mais importantes para o clima da área de estudo são:

a) – anticiclone subtropical semifixo do Atlântico Sul, que constitui a massa tropical marítima, com temperaturas elevadas e forte umidade específica, mantendo a estabilidade do tempo. Devido ao sentido da emissão (anti-horário), tem grande poder de penetração para o interior do continente dominando a região sul com frequência.

b) – anticiclone migratório polar que, ao invadir a região sul, traz tempo instável, incluindo a frente polar, que é a mais importante corrente de circulação perturbada que age sobre o sul do Brasil. Forma-se nas latitudes sub-polares, possuindo notável deslocamento, em função do gradiente térmico entre as regiões polares e as baixas latitudes, sendo atraído para o Equador.

Há outros centros que produzem consequências nas condições de tempo na região com menor intensidade e frequência (NIMER, 1971):

Baixa do Chaco: centro negativo, localizada no interior. Sua origem é devido as ondulações da frente polar e ao forte aquecimento do interior. Extremamente móvel. O seu domínio, geralmente, determina tempo bom, devido a sua baixa umidade.

Baixa do Mar de Weddel: oriunda da frente polar e produz um aquecimento pré-frontal, trazendo tempo bom e brusco aquecimento.

2.3.2 - PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA

Os dados de precipitação e temperatura foram adquiridos no SIMEPAR. A estação pluviométrica é a de Francisco Beltrão, em função de exercer maior influência na área de estudo (esta influência foi determinada através do Método de Thiesen), pois localiza-se na área urbana de Francisco Beltrão. O período de informações é de 1973 a 1996. Para a climatologia trata-se de um período curto mas, a finalidade é oferecer-se informações generalizadas sobre o clima da região.

No Paraná, as regiões do sudoeste e do litoral apresentam os maiores índices pluviométricos anuais. Os totais de chuva dependem de uma série de fatores, dentre os quais a disposição geral do relevo. A distribuição das chuvas no decorrer do ano, apresenta grande interesse para a agricultura, pois a partir do seu ritmo estacional que as atividades agrícolas são programadas.

No QUADRO 07 (Gráficos A e B- ver Anexo 01), estão representados a precipitação anual e a temperatura média anual na estação de Francisco Beltrão no período de 1973 a 1996.

Quanto a precipitação, percebe-se que é significativa, com o índice mais alto de 3.405,3 mm no ano de 1983, 2.949,4 mm em 1990 e, 2539,7 em 1982. Dentre os meses que apresentam os meses mais altos, consta-se que janeiro e maio destacam-se com 21,7% cada um mas, o valor mensal mais alto foi de 668,2 mm na mês de julho de 1983. Para os meses

QUADRO 07 – PRECIPITAÇÃO ANUAL E TEMPERATURA MÉDIA ANUAL
NA ESTAÇÃO DE FRANCISCO BELTRÃO NO PERÍODO DE 1973 A 1996.

ANO	PRECIPITAÇÃO (mm)					TEMPERATURA (° C)		
	mm ANUAL	MAIOR ÍNDICE		MENOR ÍNDICE		MÉDIA ANUAL	MÉDIA MÁX.	MÉDIA MIN.
		mm	MÊS	mm	MÊS			
1973	1454.6	263.9	Maio	106.0	Junho	16.6	23.4	10.7
1974	1489.4	208.9	Nov.	51.4	Maio	18.8	25.7	12.8
1975	2110.8	389.7	Out.	80.6	Maio	18.7	25.3	13.7
1976	1452.3	220.8	Jan.	59.1	Set.	18.0	24.8	12.8
1977	1637.6	302.1	Nov.	30.6	Maio	19.6	26.2	14.4
1978	1197.7	255.6	Jul.	0.5	Abril	19.5	26.8	13.4
1979	2477.6	478.6	Out.	9.3	Jun.	18.6	25.3	13.5
1980	1616.5	221.6	Jan.	51.6	Abril	19.2	25.9	13.9
1981	1782.7	395.2	Dez.	8.2	Jul.	19.1	26.1	13.8
1982	2539.7	540.7	Nov.	40.7	Abril	19.4	25.8	14.4
1983	3405.3	668.2	Jul.	24.8	Ago.	19.1	25.1	14.5
1984	2188.9	280.9	Jan.	77.9	Maio	19.4	26.2	14.3
1985	1355.8	228.7	Fev.	36.5	Jun.	19.5	26.9	14.0
1986	1901.3	303.1	Maio	41.1	Jun.	19.4	26.6	14.1
1987	2082.9	345.8	Abril	43.8	Set.	19.0	26.0	13.8
1988	1375.9	219.8	Abril	3.9	Jul.	19.3	26.8	13.7
1989	2233.5	474.3	Jan.	80.7	Dez.	18.7	25.6	13.4
1990	2949.4	421.6	Jan.	110.1	Mar.	18.8	25.6	14.0
1991	1241.3	256.1	Dez.	0.0	Ma/jun.	19.9	27.2	14.1
1992	2183.0	388.1	Maio	41.8	Jan.	18.9	25.8	14.2
1993	1917.0	339.1	Maio	19.2	Ago.	19.2	26.2	13.9
1994	2243.4	294.5	Maio	20.2	Ago.	19.7	26.6	14.4
1995	1512.3	219.7	Set.	15.3	Maio	19.5	26.6	14.1
1996	2435.6	465.1	Out.	47.3	Maio	19.0	26.0	14.0

Fonte: SIMEPAR

com menor índice, destaca-se maio (25%) e junho (21,7%). Assim, percebe-se uma boa distribuição anual das chuvas na região.

Em relação a temperatura, visualiza-se uma média anual sem grandes oscilações (média geral de 19° C), sendo que o ano que apresenta menor média é o de 1973 com 16.6° C e, 1991 apresenta a maior média, com 19.9° C. O mesmo ocorre com as médias máximas que estão próximas a 27° C, sendo que este parâmetro varia de 25.1° em 1993, a 27.2° C em 1991.

As médias mínimas estão próximas a 13.7° C, com o menor parâmetro em 1973 com 10.7° C e o maior em 1983 com 14.5° C. A oscilação térmica deste período é de 12° C.

Para uma melhor compreensão, no QUADRO 08 (Gráficos C e D, ver Anexo 01), apresenta-se a precipitação média mensal e a temperatura média mensal para o período de 1973 a 1996.

QUADRO 08 - PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA MÉDIA MENSAL NA ESTAÇÃO DE FRANCISCO BELTRÃO NO PERÍODO DE 1973 A 1996.

MESES	PRECIPITAÇÃO (mm)			TEMPERATURA (° C)				
	MÉDIA MENSAL	MÁXIMA		MÉDIA MENSAL	MÉDIAS		EXTREMAS	
		mm	ANO		MAX.	MIN.	° C	DATA
Janeiro	176.2	474.3	1989	23.5	30.1	18.5		
Fevereiro	177.1	262.4	1983	23.0	29.7	18.2		
Março	135.8	357.2	1983	22.0	29.1	17.0		
Abril	152.5	356.3	1990	19.1	26.1	13.9		
Maiο	190.8	610.8	1983	15.8	22.9	10.7		
Junho	157.6	397.7	1982	13.9	20.9	8.9		
Julho	142.6	668.2	1983	14.2	21.3	8.9	-5.0	18/04/75
Agosto	120.3	249.7	1973	15.8	23.2	10.1		
Setembro	159.3	312.4	1983	17.2	24.0	11.7		
Outubro	225.2	478.3	1979	19.7	26.5	14.2		
Novembro	190.6	540.7	1982	21.4	28.1	15.7	38.3	16/11/82
Dezembro	154.2	395.2	1981	23.0	29.5	17.6		
MÉDIA	179.0			19.1	26.0	13.8		

Fonte: SIMEPAR

Quanto a precipitação, observa-se que os meses que destacam-se são os de outubro e maio, com 225.2 mm e 190.8 mm, respectivamente. As máximas registradas são de 668,2 mm no mês de julho de 1983 e 610,8 mm em maio de 1983. Mas, de uma maneira geral, as máximas são significativas e, de todo o período, apenas três meses não choveu: maio e junho de 1991, dezembro de 1995 e dezembro de 1996.

No GRÁFICO C (Anexo 01), visualiza-se que ocorre um equilíbrio entre o número de meses com índices acima de 164,9 mm (média geral), com os meses de outubro e maio com os maiores índices (num subtotal de 06 meses) e, março e agosto, com os menores índices.

A temperatura média mensal tem como média geral 19,1° C e, no GRÁFICO D (Anexo 01), percebe-se que, novamente, há um equilíbrio entre os número de meses acima da média (06 meses), com destaque para os meses de janeiro e fevereiro. Nesse período, há 06 meses abaixo deste índice médio, com destaque para junho e julho.

Pesquisou-se as temperaturas extremas máximas (Quadro 09), verificou-se que o maior índice está entre 34,1 e 36,0° C e, a máxima foi registrada em 16 de novembro de 1985 com 38.3° C, sendo que o mês mais representativo para esta classe é janeiro. De maneira geral, o mês de janeiro representa as temperaturas médias mais altas deste período.

QUADRO 09 - TEMPERATURAS EXTREMAS MÁXIMAS NA ESTAÇÃO DE FRANCISCO BELTRÃO NO PERÍODO DE 1973 A 1996.

N = 24

TEMPERATURA (° C)	REPRESENTATIVIDADE		MÊS MAIS REPRESENTATIVO
	N.º	%	
32,0 - 34,0	06	25,0	Março
34,1 - 36,0	16	66,6	Janeiro
36,1 - 38,0	01	04.2	Dezembro
Acima 38,0	01	04.2	Novembro
TOTAL	24	100,00	Janeiro

Fonte: SIMEPAR

No QUADRO 10, estão representadas as temperaturas extremas mínimas, sendo que a mais significativa está entre $-1,1$ a $-2,0^{\circ}\text{C}$ (37,5%) e, o mês mais representativo é junho. No geral, os meses de julho e junho representam as temperaturas médias mais baixas neste período, com a temperatura mais baixa de $-5,0^{\circ}\text{C}$, registrada em 18 de julho de 1975.

QUADRO 10 - TEMPERATURAS EXTREMAS MÍNIMAS NA ESTAÇÃO DE FRANCISCO BELTRÃO NO PERÍODO DE 1973 A 1996.

N = 24

TEMPERATURA (° C)	REPRESENTATIVIDADE		MÊS MAIS REPRESENTATIVO
	N.º	%	
00,0 - -1,0	06	25.0	Junho
-1,1 - -2,0	09	37.5	Junho
-2,1 - -3,0	06	25.0	Julho
-3,1 - -4,0	01	04.2	Julho
-4,1 - -5,0	02	08.3	Junho/Julho
TOTAL	24	100,0	Junho/Julho

Fonte: SIMEPAR

Para um detalhamento maior, tomou-se por base o ano de 1996 e, no QUADRO 11, apresenta-se as médias mensais de precipitação e temperatura e, nos GRÁFICOS E e F (Anexo 01), visualiza-se melhor o comportamento desses fatores meteorológicos.

Em relação a precipitação, para este período, percebe-se que os meses de outubro e fevereiro apresentam os maiores índices (19,09% e 15,68 %, respectivamente) e, o mês de dezembro não houve registro de chuvas.

QUADRO 11 - PRECIPITAÇÃO MENSAL E TEMPERATURA MÉDIA MENSAL
NA ESTAÇÃO DE FRANCISCO BELTRÃO EM 1996.

MESES	PRECIPITAÇÃO		TEMPERATURA (° C)			
	mm	%	MÉDIA DO MÊS	MÉDIA MÁXIMAS	MÉDIA MÍNIMA	EXTREMAS
Janeiro	310.5	12.75	24.0	30.4	19.6	35° 11/01
Fevereiro	381.9	15.68	23.0	29.9	18.4	
Março	305.9	12.56	21.4	28.0	17.1	
Abril	66.5	02.73	20.0	26.6	14.9	
Maio	47.3	01.94	16.2	24.5	10.4	
Junho	209.4	08.59	13.0	20.0	8.1	-1.2° 30/06
Julho	139.9	05.75	12.3	20.8	6.4	
Agosto	97.1	03.99	17.0	24.9	10.7	
Setembro	240.6	09.88	17.7	23.8	11.2	
Outubro	465.1	19.09	19.0	29.2	15.1	
Novembro	171.4	07.04	22.5	29.1	17.3	
Dezembro	0.0	00.00	23.0	26.0	18.2	
MÉDIA	2435.6	100.00	19.0	26.0	14.0	

Fonte: SIMEPAR

Estes parâmetros comprovam a boa distribuição anual da precipitação e, comparando com o GRÁFICO C, percebe-se que o período da primavera é o mais chuvoso, seguido do outono. Mas, isso não é um comportamento padronizado pois, ao longo do ano, todos os meses registram precipitação significativa. Num período de 24 anos (1973 a 1996), apenas quatro meses não registraram chuvas.

A precipitação ocorrida no inverno, está associada à frente polar, que é gerada pelo choque entre os sistemas intertropical e polar. As chuvas ocorridas no verão, significa associação com a Baixa do Chaco, que origina-se devido as ondulações da frente polar que se verificam nas latitudes médias. Outro fator que concorre para a existência deste centro negativo, é o forte aquecimento do interior do continente, daí advindo sua maior importância durante o verão.

Quanto a temperatura do ano de 1996, observa-se que o verão é representativo nas temperaturas mais altas, tanto máximas como mínimas, sendo que o mês de dezembro apresenta a extrema máxima: 35° C em 11 de janeiro. No inverno, verifica-se temperaturas mais baixas, sendo que o mês de julho apresenta a menor média do ano. Mas, a menor temperatura registrada foi de -1,2° C em 30 de junho.

O Estado do Paraná, caracteriza-se por grandes variações de temperaturas causadas por incursões das frentes frias, sendo que as variações ocorrem não apenas em função do relevo mas, especialmente, devido à circulação atmosférica.

O aquecimento no verão, embora correlacione-se com a altitude, exhibe claramente a influência da circulação atmosférica, causada pelos avanços da Massa Equatorial Continental e Tropical Continental, que são bem mais fortes sob o domínio da Massa Tropical Atlântica.

No inverno, embora os resfriamentos também se correlacionem com a altitude, são resultantes do avanço das Massas Polares. Estas massas, responsáveis pelos resfriamentos que ocorrem no período que se estende de abril a setembro, freqüentemente ocasionam temperaturas abaixo de 0° C, provocando geadas. Na área de estudo, registram-se, em média, de 08 à 12 geadas por ano.

2.3.3 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA

De acordo com a Divisão Climática do Paraná (MAACK, 1981) e com a Carta Climática do Paraná (GODOY *et alii*, 1978), a área em estudo está sob influência do tipo climático Cfa da classificação de Köppen.

Nesta classificação, a letra “C” refere-se a um clima pluvial temperado (mesotérmico), com a temperatura do mês mais frio entre 18° e -3° C, sendo freqüentes as geadas. A letra “f” caracteriza o clima como sendo sempre úmido, sem estação seca, com chuvas todos os meses do ano, sendo que a precipitação média anual é de 1.000 mm. A letra “a” indica que a temperatura do mês mais quente é em torno de 23° C.

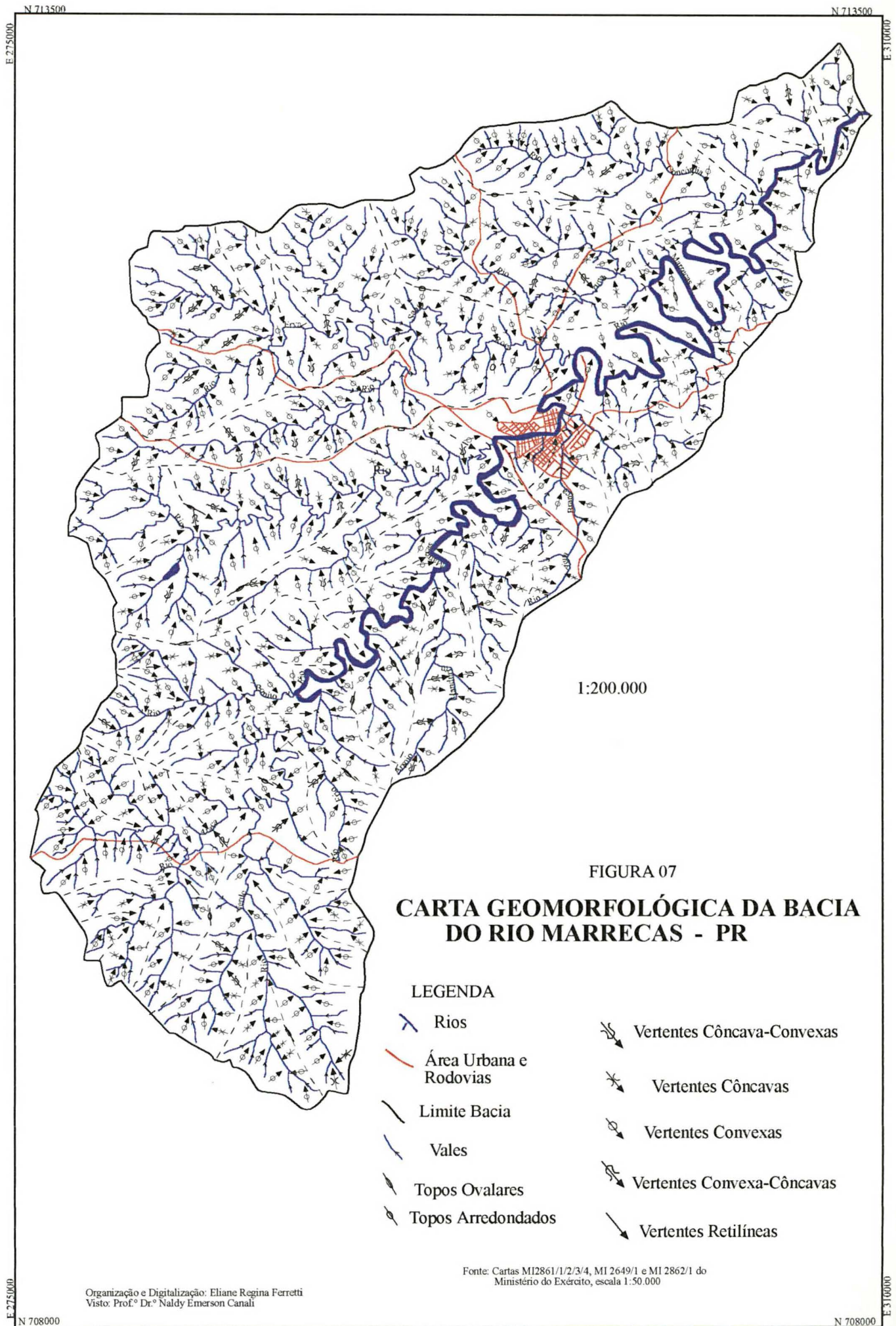
2.4 - GEOMORFOLOGIA

No momento atual, em que nos debatemos com o grave problema de degradação ambiental, são as ciências da Terra que oferecem maior contribuição ao planejamento ambiental, em função do seu campo de ação. Dentre as disciplinas atuantes, a geomorfologia é importante pelo seu objeto específico: o estudo das formas do relevo e dos processos de sua elaboração. E, conhecendo as causas dos processos de degradação ambiental, ela pode oferecer meios para corrigir as falhas, evitando que o problema se agrave e sugerindo atuações que venham a minimizar o impacto da ação antrópica no ambiente.

Na Carta Geomorfológica da bacia do rio Marrecas (Figura 07), está representada os principais aspectos morfológicos da bacia.

O divisor principal, que delimita a área de estudo em relação à bacias circunvizinhas, possui topos arredondados nas porções norte, nordeste, leste e sudeste, com altitudes que variam entre 700 m a.n.m.. Nas porções sul e sudoeste, os topos também são arredondados mas, a altitude varia entre 900 m a.n.m.. Enquanto nas porções oeste e noroeste, os topos são mais íngremes, com altitudes acima de 900 m, sendo que à noroeste está a altitude mais alta da bacia, com 948 m a.n.m.. Isso ocorre, devido que à oeste e noroeste da bacia o relevo é forte ondulado, enquanto que na área da bacia é caracterizado como relevo ondulado. Para GUERRA & GUERRA (1997, p.613), topo é a parte mais elevada de um morro ou de uma elevação. Os divisores secundários, que delimitam os afluentes, possuem topos ovalares (predomínio).

Vertentes são planos de declives variados que divergem das cristas, enquadrando o vale (GUERRA & GUERRA, 1997, p.634). Os tipos de vertentes (côncava, convexa,



retilínea), estão em função, principalmente, com o clima da região, natureza das rochas, estrutura e volume do relevo. As rochas eruptivas originam, nas zonas tropicais úmidas, o aparecimento de vertentes de forma convexa.

Na bacia em questão, observa-se que as formas convexas dominam a periferia da região, acompanhando o divisor principal. As formas côncavas, bem como as convexas, estão bem distribuídas por toda a área da bacia apresentando, também, as formas convexas-côncavas e côncavas-convexas, em menor proporção.

Para GUERRA & GUERRA (1997, p. 627), vale é

“um corredor ou depressão de forma longitudinal (em relação ao relevo contíguo), que pode Ter, por vezes, vários Km de extensão. (...). A forma do vale e o seu traçado estão em função da estrutura, da natureza das rochas, do volume do relevo, do clima e, também, da fase em que se encontre dentro do ciclo morfológico.”

Quanto as formas dos vales, observa-se que as nascentes estão encaixadas em “V fechado” que, à medida que aproxima-se das suas foz, o vale torna-se “V aberto”. Outras forma-se, encontra-se somente no rio Marrecas, com em “U” ao longo do seu leito e, em alguns pontos vales assimétricos (menor índice).

As formas de relevo refletem a forma e constituição das massas rochosas originais, bem como a influência dos agentes exógenos, pois as rochas são submetidas à diversas formas de erosão: pelas águas correntes (erosão linear); erosão mecânica sob a variação da temperatura; decomposição química por dissolução.

Na área em estudo, o clima vigente é classificado com temperado que, atuando sobre os basaltos da Formação Serra Geral de textura microscópica, coerentes e resistentes, caracterizou como traço mais importante: a conservação do relevo em saliência. A quase ausência de gelo reduz o efeito da erosão mecânica sobre a rocha, sendo um pouco mais acentuada a decomposição química.

O reduzido ataque químico face aos elementos mais resistentes, como o quartzo, e o débito ponderado dos rios permite a acumulação de material na base das encostas. O modelado apresenta-se com vertentes convexas. A rede de drenagem é muito ramificada, devido à impermeabilidade da rocha (padrão dentrítico).

Os Planaltos Basálticos do Brasil Meridional são o domínio de extensos interflúvios (pequenas ondulações que separam os vales) de vertentes suavemente convexas.

As formas de relevo encontradas na área de estudo, encaixam-se nestas descrições, refletindo a forma e a constituição da estrutura rochosa. E, em consequência, os tipos predominantes de vertentes e vales, são resultados do desgaste dessa estrutura, em função da influência dos agentes externos.

Para uma melhor compreensão da área de estudo, associou-se a declividade do terreno à geomorfologia. A importância desta inter-relação reside no fato de que, para o planejamento de uso e ocupação do solo, é fundamental, se considerarmos que, cada classe de declive corresponde a certas limitações quanto ao uso de máquinas agrícolas e determinado grau de suscetibilidade à erosão hídrica.

Para CANALI (1986, p.31):

“as declividades do terreno relacionam-se ao grau de resistência do substrato geológico face aos processos erosivos que modelam o relevo. O mapa de declividade representa a distribuição desta propriedade, portanto, há uma correlação entre as classes de declividade do terreno, variabilidade do substrato geológico e intensidade dos processos de esculturação do relevo”.

O termo *Carta Clinográfica* adotado neste trabalho, advém da técnica proposta por DE BIASI (1992), que sugere este termo em substituição a *Carta de Declividade*. DE BIASI ressalta a importância da utilização desta informação em trabalhos desenvolvidos em questões ambientais, o que permite correlacionar informações para melhor compreensão do espaço

estudado. Para SANCHES (1993), estas cartas são largamente utilizadas em pesquisas ambientais, tanto nas direcionadas ao setor urbano quanto ao setor rural.

As classes de declividade adotadas neste estudo, correspondem às classes de relevo adotadas pela EMBRAPA (1984) para paisagens naturais do Estado do Paraná e, encontram-se caracterizadas e recomendadas por LEPSCH (1983).

CLASSE 01: 0 (zero) a 3% de declive (relevo plano). Formada por áreas planas ou quase planas, onde o escoamento superficial ou deflúvio é lento ou muito lento. O declive do terreno, por isso, não oferece nenhuma dificuldade ao uso de máquinas agrícolas. Não existe também erosão hídrica significativa, exceto, possivelmente, em vertentes cujas rampas sejam muito longas e com solos altamente suscetíveis à erosão, ou quando recebam enxurradas de áreas vizinhas situadas a montante e mais declivosas.

CLASSE 02: 3% a 8% de declive (relevo suave-ondulado). Compreende áreas com declives suaves, nos quais, na maior parte dos solos, o escoamento superficial é lento ou médio. Os declives, em si, não impedem ou dificultam o trabalho de qualquer tipo de máquina agrícola usual. Nos tipos de solos que pertencem a esta classe, na área em estudo, a erosão hídrica não apresenta problemas importantes, necessitando apenas de prática simples de conservação.

CLASSE 3: 8% a 15% de declive (relevo ondulado). São áreas com superfícies inclinadas nas quais o escoamento superficial, para a maior parte dos solos, é médio ou rápido. O declive, por si só, normalmente não prejudica o uso de máquinas agrícolas. Na maior parte das vezes, são necessárias práticas complexas de conservação do solo, para que terras com esse declive possam ser cultivadas intensamente.

CLASSE 4: 15% a 25% de declive (relevo ondulado/forte ondulado). Compreende áreas muito inclinadas ou colinosas, onde o escoamento superficial é rápido na maior parte

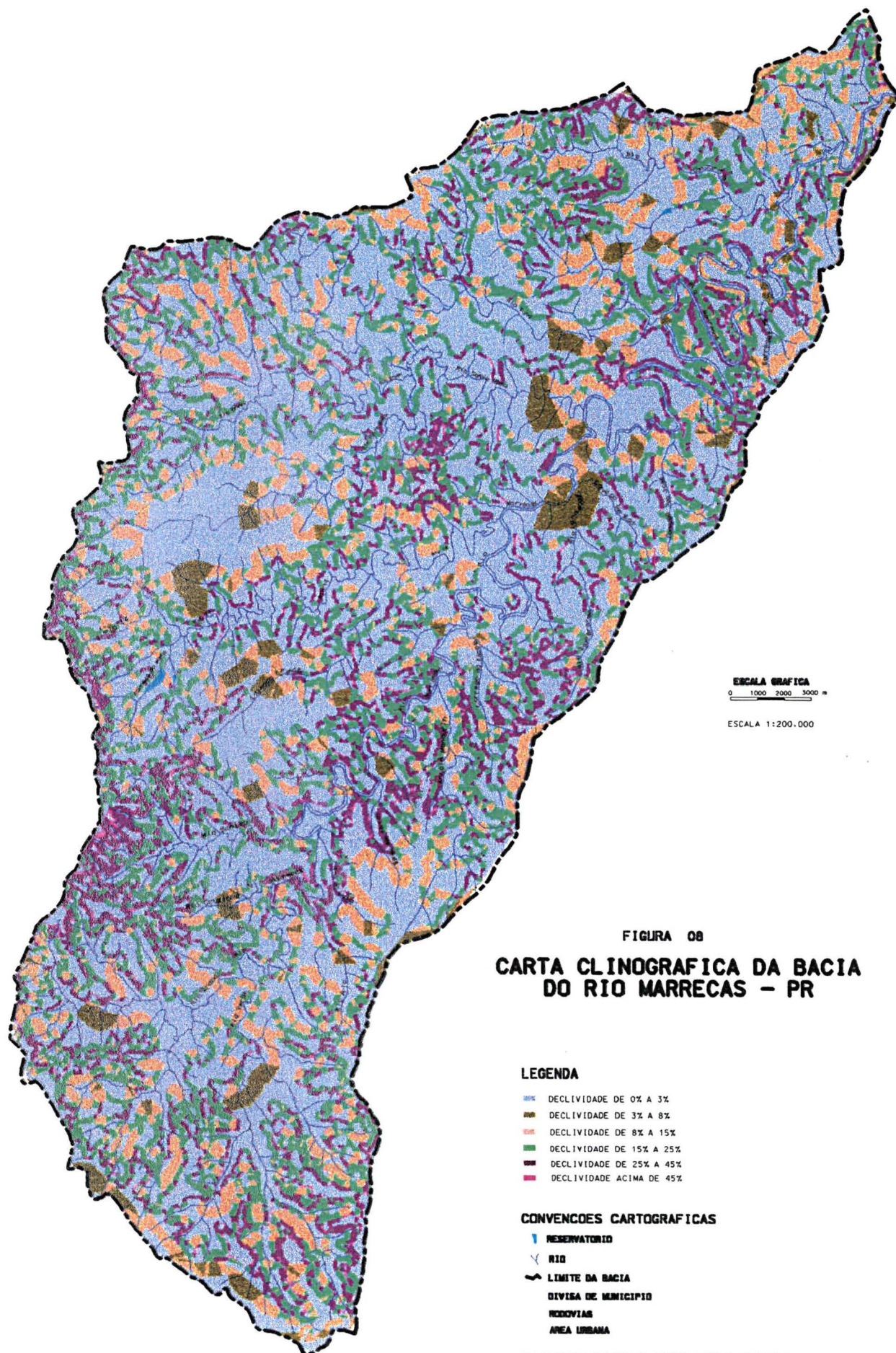
dos solos. A maior parte das máquinas agrícolas podem ser usadas em terra com esse declive mas, com dificuldades. Solos desta unidade são facilmente erodíveis, exceto aqueles muito permeáveis e não muito arenosos. Normalmente, áreas com este tipo de declive só devem ser usadas para cultivos perenes, pastagem ou reflorestamentos.

CLASSE 5: 25% a 45% de declive (relevo forte ondulado). Compreende áreas fortemente inclinadas, cujo escoamento superficial é muito rápido na maior parte dos solos. Somente as máquinas agrícolas especiais ou mais leves podem ser usadas e, assim mesmo, com dificuldades. São áreas que requerem manejo sustentado.

CLASSE 6: declives acima de 45% (relevo montanhoso/escarpado). Constituída por áreas íngremes, que impedem o uso de praticamente todo tipo de máquina agrícola. O escoamento superficial é sempre muito rápido e os solos extremamente suscetíveis à erosão hídrica. Nas áreas muito íngremes, normalmente, nenhum solo se desenvolve ou só existem solos muito rasos, geralmente com exposições rochosas. Solos pertencentes a esta classe são protegidos por lei com áreas de conservação permanente.

Na Carta Clinográfica da bacia do rio Marrecas (Figura 08), apresentamos a distribuição das classes de declividade na área em estudo.

Na bacia do rio Marrecas, observa-se o predomínio de 03 à 08% de declividade, sendo bem distribuída na bacia. Percebe-se que as altas declividades concentram-se mais na porção sudoeste e sul da bacia, onde verifica-se as altitudes mais altas.



ESCALA GRAFICA
0 1000 2000 3000 m

ESCALA 1:200.000

FIGURA 08

CARTA CLINOGRÁFICA DA BACIA DO RIO MARRECA - PR

LEGENDA

- DECLIVIDADE DE 0% A 3%
- DECLIVIDADE DE 3% A 8%
- DECLIVIDADE DE 8% A 15%
- DECLIVIDADE DE 15% A 25%
- DECLIVIDADE DE 25% A 45%
- DECLIVIDADE ACIMA DE 45%

CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS

- RESERVATÓRIO
- RIO
- LIMITE DA BACIA
- DIVISA DE MUNICÍPIO
- RODOVIAS
- ÁREA URBANA

Fonte: Cartas M2861/1/2/3/4, M2849/4, M2850/3 e M2862/1 do Ministério do Exército. Escala 1:50.000.

Organização: Produzido por Eliane R. Ferretti
Orientação: Prof. Dr. Naldy E. Canali
Desenho: Irani das Santos
Data: maio/1998

2.5 - HIDROGRAFIA

A drenagem fluvial é composta por um conjunto de canais de escoamento interrelacionados que formam a bacia hidrográfica, definida como a área drenada por um determinado rio ou sistema fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.102). A quantidade de água que atinge os rios depende da área da bacia, da precipitação total e do seu regime, das perdas por evapotranspiração e a infiltração.

A bacia do Rio Marrecas pertence a Bacia do rio Iguaçu, sendo subafluente da margem esquerda, considerada uma bacia hidrográfica dissimétrica, pois seus afluentes da margem esquerda são mais extensos que os afluentes da margem direita (Figura 09).

O rio Marrecas origina-se da confluência do rio Verde (nascente à direita) e o rio Araça (nascente à esquerda), percorrendo a bacia no sentido predominante SW/NE, atravessando a cidade de Francisco Beltrão, que é abastecida pela captação das águas deste rio, desaguando no rio Santana. A amplitude altimétrica da bacia é de 468 metros, sendo a altitude máxima de 948 metros na microbacia do rio Santa Rosa (margem esquerda) e a mínima de 480 metros na foz.

O padrão de drenagem é dentrítico, tipicamente desenvolvido sobre rochas de resistência uniforme. O padrão também chamado de arborescente, sendo que o rio principal corresponde ao tronco, os tributários aos ramos e os de menores categorias aos raminhos e folhas. Os tributários distribuem-se em todas as direções, e se unem formando ângulos agudos de graduações variadas mas, sem chegar ao ângulo reto (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.103).

Para CHRISTOFOLETTI (1980), os padrões de drenagem podem ser influenciados pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região.

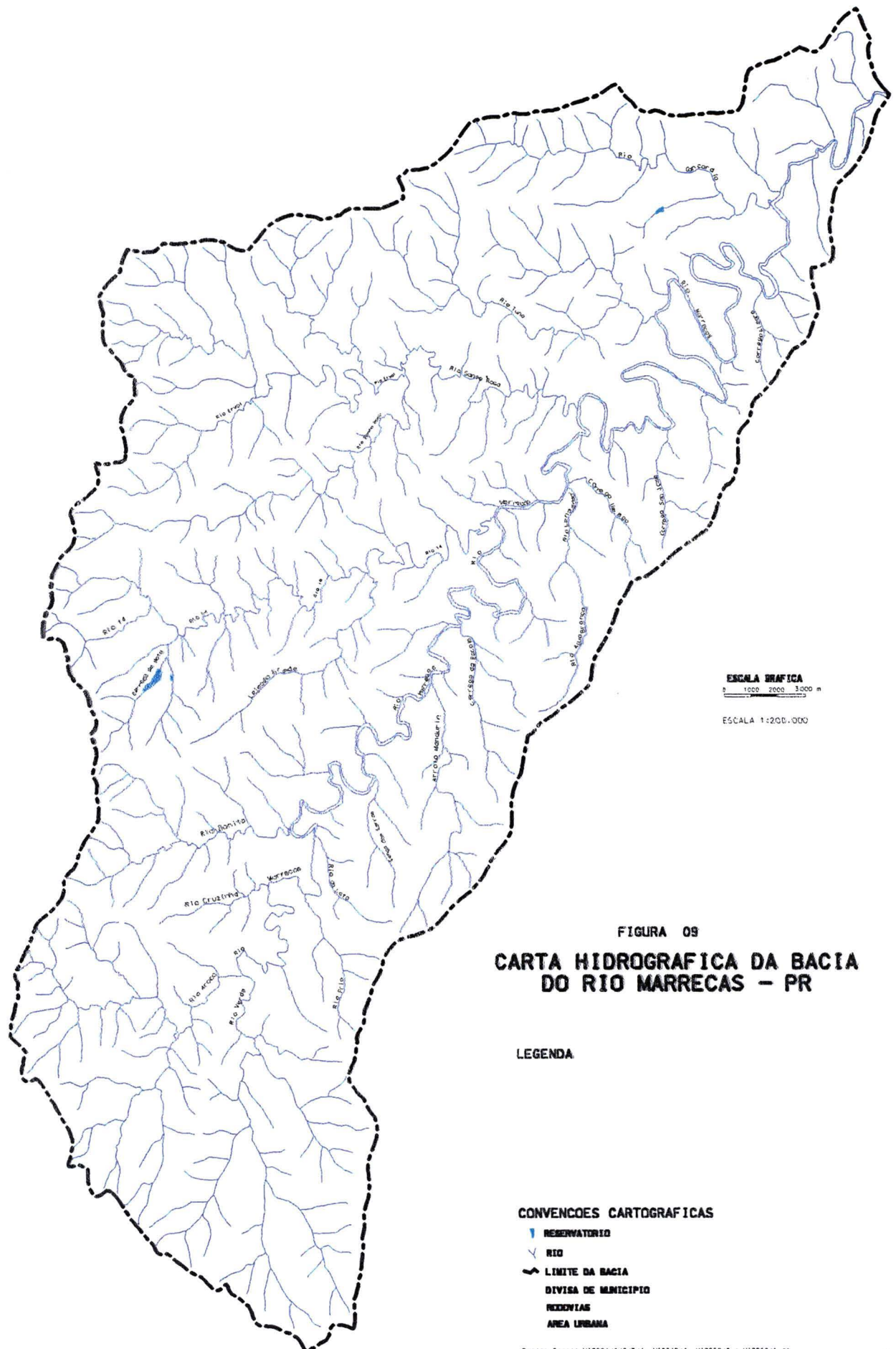





FIGURA 09

**CARTA HIDROGRAFICA DA BACIA
DO RIO MARRECAS - PR**

LEGENDA

CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS

-  RESERVATORIO
 RIO
 LIMITE DA BACIA
 DIVISA DE MUNICIPIO
 RODOVIAS
 AREA URBANA

Fonte: Cortes M12861/1/2/3/4, M12849/4, M12850/3 e M12862/1 do Ministério do Exército, escala 1:50.000.

Organização: Produzido por Eliane R. Ferretti
Orientação: Prof. Dr. Naldy E. Conalli
Desenho: Irani dos Santos
Data: maio/1998

Os canais fluviais da bacia do rio Marrecas podem ser classificados como “simuladamente” retos, pois percorrem um trajeto aproximadamente retilíneo, sem se desviarem significativamente de sua trajetória normal em direção à sua foz. Algumas partes dos canais apresentam sinuosidades em médio grau e irregularidades em sua disposição espacial.

Os limites norte, leste e oeste estão representados pelo divisor principal que separa a região de interesse com as microbacias vizinhas. O limite sul, é a Serra de Capanema, que faz divisa com o Estado de Santa Catarina.

Os principais afluentes da margem direita são os rios Frio, Lata, Sanga dos Serpas, Arroio Mandurim, Córrego da Escola, Água Branca e São José. Os da margem esquerda são os rios Cruzinha, Bonito, Quatorze, Santa Rosa, Tuna e Concórdia.

Para a determinação da ordem dos canais, seguiram-se os critérios que fundamentam-se na proposição de Hierarquização Fluvial de STRAHLER (1960), onde os menores canais que não possuem tributários são considerados como de 1ª ordem. Quando dois desses canais encontram-se, originam canais de 2ª ordem e, estes, ao encontrarem-se, formam canais de 3ª ordem e, assim sucessivamente.

A Relação de Bifurcação é obtida, após a contagem do número de rios de cada ordem, utiliza-se a seguinte fórmula:

$$Rb = Nw/Nw + 1$$

onde, Rb é a Relação de Bifurcação; NW é o número de segmentos de determinada ordem e, NW + 1 é o número de segmentos da ordem imediatamente superior. Adotando-se a ordenação de STRAHLER, o resultado não poderá ser inferior a dois.

O QUADRO 12, apresenta a Hierarquia Fluvial e Relação de Bifurcação da Bacia do Rio Marrecas .

QUADRO 12 - HIERARQUIA FLUVIAL E RELAÇÃO DE BIFURCAÇÃO DA BACIA DO RIO MARRECAS

N.º DE ORDENS	N.º SEGMENTOS	Relação Bifurcação
01	368	-x-
02	73	5.0
03	15	4.8
04	05	3.0
05	01	5.0
TOTAL	462	

O rio Marrecas pertence a 5ª ordem; os rios Araça, Quatorze, Santa Rosa, Tuna (margem) esquerda e o rio Verde (margem direita), pertencem à 4ª ordem; os rios Bonito e Concórdia (margem esquerda) e Arroio Mandurim (margem direita), pertencem à 3ª ordem e, determinados trechos dos rios citados são enquadrados na 3ª e 2ª ordem. A grande maioria dos afluentes é enquadrada na 1ª ordem.

A defasagem no resultado da Relação de Bifurcação, indica que a drenagem da área de estudo não está em equilíbrio com a estrutura geológica. Observa-se características morfométricas diferenciadas entre os afluentes da margem direita com os da margem esquerda. Na margem direita, os rios são menos extensos e ocorre o predomínio de microbacias de 2ª ordem. Na margem esquerda, os rios são mais extensos e, das dez

microbacias (incluindo a nascente - Rio Araça), quatro são de 4ª ordem, duas de 3ª ordem e quatro são de 2ª ordem.

Estas e outras características morfométricas diferenciadas, serão apresentadas e discutidas em capítulo posterior.

O comprimento do rio Marrecas é de 110,6 Km, sendo que a densidade de drenagem da bacia é de 1,18 rios por Km^2 e a densidade de rios é de 0,44 nascentes por Km^2 .

2.6 - PEDOLOGIA

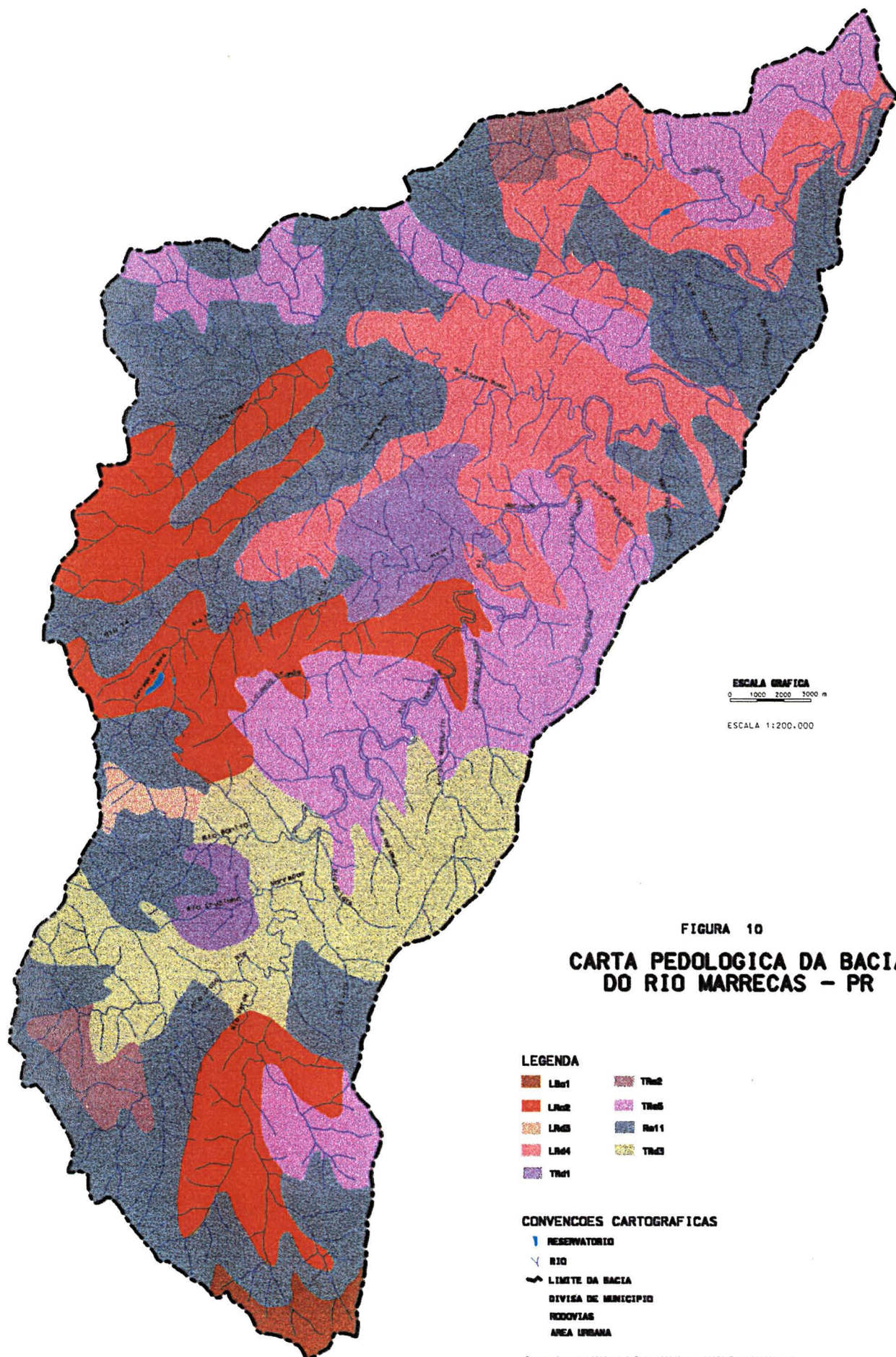
As rochas são submetidas a ações modificadoras de diversos agentes exodinâmicos, resultando em um corpo organizado denominado de solo, que é definido como a camada superficial de terra arável possuidora de vida microbiana (GUERRA & GUERRA, 1997, p.582).

A caracterização das classes e unidades de solos apresentadas na Carta Pedológica da bacia do rio Marrecas (Figura 10), foi fundamentada no Levantamento e Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná, publicado pela EMBRAPA (1984).

2.6.1 – LATOSSOLO ROXO

Solos com horizonte B latossólico (em avançado estágio de intemperização), muito profundos, friáveis, muito porosos, acentuadamente drenados e de coloração variável, devido ao conteúdo e natureza dos componentes do ferro.

As características marcantes desta classe são: distribuição de argila relativamente uniforme ao longo do perfil, baixos teores de siltre; baixa capacidade de troca de cátions e alto grau de flocação das argilas, responsável pela pouca mobilidade destas e pela alta estabilidade dos agregados dos solos. Esta alta estabilidade, juntamente com a alta porosidade, boa permeabilidade e relevo suave ondulado, confere a esta classe de solos, elevada resistência à erosão.



Fontes: Cartas M2861/1/2/3/4, M2849/4, M2850/3 e M2862/1 do Ministério do Exército, escala 1:50.000.

Organização: Produção por Eliane R. Ferretti
Orientação: Prof. Dr. Naldy E. Canal
Desenho: Irani das Santos
Data: maio/1998

Mas, estas condições favoráveis são prejudicadas pelo uso contínuo de máquinas pesadas, formando uma camada compacta de, aproximadamente, 7 cm de espessura, a uma profundidade de 15 cm (chamada de “pé de grade”), que dificulta a penetração da água e das raízes, favorecendo a erosão.

São solos desenvolvidos a partir da meteorização de rochas eruptivas (basalto). São solos minerais, porosos, friáveis, com seqüências de horizontes A, B e C. A profundidade é superior a 3 metros, refletindo um grande volume de solo a ser explorado pelas raízes. Coloração vermelha escura, com a peculiaridade de se tornar arroxeadada, em função do ângulo de incidência dos raios solares.

O teor de argila é maior de 60%, caracterizando a textura muito argilosa. Consistência muito friável, com características morfológicas uniformes ao longo do perfil (pequena diferenciação entre os horizontes).

O latossolo roxo difere dos demais, pelos altos teores de ferro (Fe_2O_3 / 18%) e pela facilidade com que a massa do solo, seca e triturada, é atraída por uma imã comum. Quando as amostras são tratadas com água oxigenada, ocorre efervescência em função dos altos teores de manganês. Respondem bem a adubação.

O alto grau de flocculação das argilas, alta porosidade (acima de 60%), boa permeabilidade e ocorrência em áreas de relevo suave, caracterizam este solo como resistente a erosão em estado natural. Mas, dependendo do cultivo, grau de declividade, tipo de manejo, tipo de cobertura e tempo de utilização, a suscetibilidade à erosão, poderá aumentar.

Em declividades de 2 a 8% tornam-se propícios a uma intensa mecanização. Com menor freqüência, podem ocorrer em declives entre 8 e 15% e, raramente, são encontrados em declives superiores a 15%.

LRd₃ – Latossolo Roxo Distrófico A proeminente, textura argilosa (+35% de argila), fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado. Desenvolvido a partir de produtos provenientes da intemperização do basalto, ocorrendo em áreas de clima sem estação seca. O relevo é suave ondulado, constituídos por colinas de topo arredondados, vertentes longas e declives suaves de 3 a 8%, localizados entre 500 e 100 metros de altitude. Ocorrem, geralmente, nas partes aplainadas dos divisores de água.

As condições físicas são excelentes em lugares de topografia suave, sendo facilmente mecanizáveis. São deficientes em fósforo e, apresentam problemas com alumínio trocável, com teores médios ou altos de matéria orgânica e, quando corrigidos e adubados, respondem com boas produções (bom potencial produtivo). Ao natural são resistentes a erosão mas, com o uso de maquinário pesado, a suscetibilidade à erosão aumenta.

LRd₄ – Latossolo Roxo Distrófico, A proeminente, textura argilosa (+35% de argila), fase floresta subtropical perenifólia, relevo ondulado. Ocorrem em área de clima chuvoso, com relevo ondulado, encontrando-se entre 500 e 800 metros de altitude. Solos profundos, com boa capacidade de retenção de água e boa aeração e permeabilidade. Como ocorrem em relevo ondulado, necessitam de práticas conservacionistas intensivas. Apesar da baixa fertilidade natural, possuem grande potencial produtivo, devido a boa capacidade de troca de cátions, pois possuem muita matéria orgânica. Quando corrigidos e adubados, produzem bem.

LRa₂ – Latossolo Roxo Álico, A proeminente, textura argilosa (+ de 35% de argila), fase floresta subtropical perenifólia, relevo ondulado. Ocorrem em área de clima chuvoso, com geadas bastante freqüentes, com relevo ondulado, entre 700 e 1000 metros de altitude. Solos profundos, com boa aeração, permeabilidade e capacidade de retenção de água. Como ocorrem em relevo ondulado, é necessário práticas conservacionistas intensivas para controle

da erosão. São de baixa fertilidade natural mas, como são bem supridos de matéria orgânica, quando corrigidos e adubados, produzem bem.

2.6.2 – LATOSSOLO BRUNO

Derivado de rochas eruptivas, são solos profundos, com espessura acima de 2 metros mas, não é raro solo menos profundo, com horizonte A + B em torno de 1,5 metro. Coloração variando do bruno avermelhado a vermelho-amarelado. Textura muito argilosa (acima de 60%), o que ocasiona um baixo gradiente textural.

O horizonte A é bastante espesso, rico em matéria orgânica (A húmico), permitindo nítido contraste com o horizonte B. A consistência é friável: torrões esboroam-se mediante pressão fraca a moderada. São macios quando secos, friáveis a firmes quando úmidos e plásticos quando molhados.

As características marcantes são: abundância de minerais pesados; alto grau de flocculação das argilas do horizonte B; boa capacidade de troca de cátions (em função da matéria orgânica) no horizonte A e muito baixa no B, onde os teores de carbono decrescem sensivelmente. Ocorrem em altitudes elevadas, que fazem parte de antigas e estáveis superfícies erosionais, que são submetidas há muito tempo à ação dos processos de formação dos solos. Respondem bem a adubação.

O alto grau de flocculação das argilas, a alta porosidade (acima de 60%), a boa permeabilidade e, como ocorrem em áreas de relevo suave, confere resistência à erosão quando o solo está no estado natural. Mas, quando sob cultivo, dependendo da declividade, tipo de manejo, tipo de cobertura e o tempo de utilização, a suscetibilidade a erosão aumenta.

Lba₁ – Latossolo Bruno Álico, A proeminente, textura argilosa (+ de 35% de argila), fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado. Ocorrem em clima úmido com

geadas freqüentes. Ocupam as partes mais planas dos divisores de água, com relevo suave ondulado, de vertentes longas e, geralmente, são encontrados entre 800 e 1200 metros de altitude. Solos profundos, porosos, de boa permeabilidade. Solos quimicamente pobres e com alta saturação de alumínio trocável mas, quando corrigidos e adubados, respondem com boas produções. Em estado natural são resistentes a erosão, pois possuem boa capacidade de infiltração e percolação de água. Mas, após uso contínuo e manejo indevido, tornam-se suscetíveis, devido a formação do “pé de grade”, que diminui consideravelmente o volume de infiltração de água no solo, o que favorece o escoamento superficial da mesma.

2.6.3 - TERRA ROXA ESTRUTURADA

Solos com alta fertilidade natural, moderadamente ácidos e praticamente sem alumínio trocável. Solos minerais, com presença do horizonte B textural, coloração avermelhada, argilosos, bem drenados, porosos e com seqüência de horizonte A, B e C. A espessura varia de 130 a 250 cm, sendo que a espessura do horizonte A varia de 10 cm nas áreas intensamente cultivadas, até 30 cm ou mais, nos locais pouco ou ainda não cultivados.

Características marcantes destes solos: abundância de minerais pesados, o que lhes confere alta suscetibilidade magnética (massa do solo quando seca e triturada é atraída por um ímã comum); efervescência com água oxigenada ao longo do perfil, devido ao alto teor de manganês; alto grau de flocculação de argila no horizonte subsuperficial e baixa relação silte/argila no horizonte B₂ t.

A presença de um horizonte subsuperficial de acumulação de argila, grande diferença de teor de argila dispersa em água entre os horizontes A e B e a topografia, podem diminuir a resistência à erosão. Significativa a diferença de espessura do horizonte A sob cultivo intenso,

podendo-se constatar erosão laminar moderada, com alguns sulcos distribuídos ocasionalmente.

Ocorrem em áreas de relevo ondulado, com 8 a 20% de declividade, ou em relevo forte ondulado, com 20 a 40% de declive.

Tre₂ – Terra Roxa Estruturada Eutrófica, A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical perenifólia, relevo ondulado. Ocorrem em área com influência do tipo climático Cfa, com relevo ondulado, topos arredondados, vertentes médias e ligeiramente convexas e declives entre 10 e 15%, com altitudes variando de 250 a 550 metros. Solos aptos para a agricultura em geral, sendo que a suscetibilidade à erosão pode ser controlada com práticas conservacionistas intensivas.

Tre₅ – Terra Roxa Estruturada Eutrófica, A chernozêmico, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo ondulado. Desenvolvem-se em áreas com clima úmido, do tipo Cfa, relevo ondulado, topos arredondados, vertentes médias e convexas, com declives suaves no terço superior e mais inclinados (10 a 20%) nas encostas médias e inferiores, com altitudes entre 500 e 800 metros. A sua suscetibilidade à erosão (moderada) restringe-se à utilização de máquinas agrícolas. Devido as suas condições químicas e físicas favoráveis a maioria das culturas regionais, possuem alto potencial agrícola e, se manejados tecnicamente, a produção será boa por décadas.

TRd₁ – Terra Roxa Estruturada Distrófica, A proeminente, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo ondulado. Ocorrem em áreas de relevo ondulado, topos mais ou menos arredondados, com vertentes médias e declives de até 12% no terço superior e média das encostas e, entre 12 e 20% nas encostas inferiores, entre 500 e 650 metros de altitude. O clima pode ser Cfa ou Cfb. Moderadamente suscetíveis à erosão, com impedimento ao uso de máquinas agrícolas. De média a baixa fertilidade natural, ácidos a

moderadamente ácidos, baixa saturação de bases e de alumínio trocável. Possuem altos teores de carbono orgânico, teores variáveis de cálcio, magnésio e potássio e, geralmente, são deficientes em fósforo. Sendo fertilizados e com uso de práticas conservacionistas adequadas, a aptidão agrícola varia de boa a regular.

TRd₃ – Associação Terra Roxa Estruturada Distrófica, relevo ondulado + Latossolo Roxo Distrófico, relevo suave ondulado: ambos com A proeminente, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia. A associação é estimada em 60% e 40%, respectivamente. O Latossolo Roxo ocupa as topografias mais suaves, com declives inferiores a 10% e, a Terra Roxa, as encostas mais declivosas do relevo ondulado, com declives entre 10 e 20%. Ocorrem em áreas sem estiagem e sujeitas a geadas. A altitude varia entre 550 e 750 metros, aproximadamente. Aptos a agricultura, requerendo grandes quantidades de fertilizantes e corretivos para corrigir a fertilidade natural, que varia de média a baixa.

2.6.4 - SOLOS LITÓLICOS

Solos minerais, pouco desenvolvidos que, a partir de uma profundidade, que varia entre 20 e 80 cm, apresentam rochas consolidadas, pouco ou nada meteorizadas. Possuem pouca evidência de desenvolvimento de horizontes pedogenéticos. Formados a partir de diferentes materiais de origem e, no Estado do Paraná, são desenvolvidos, principalmente, de rochas eruptivas.

As características morfológicas restringem-se a, praticamente, as do horizonte A, que varia entre 15 e 40 cm de espessura, sendo que a cor, textura, estrutura e consistência, dependem do tipo de material que originou o solo.

Abaixo do horizonte A, ocorrem calhaus e pedras ou material semi-alterados em mistura com materiais deste horizonte, por onde penetram as raízes. Poderá apresentar o horizonte B em início de formação, com mais ou menos 20 cm de espessura.

São solos em contínuo rejuvenescimento e, em função da proximidade do material de origem, a atividade das argilas é média ou alta, com elevada relação molecular $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ($\geq 2,0$) e alta percentagem de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo.

O potencial agrícola varia, dependendo da natureza do substrato rochoso e do regime hídrico e, em função disso, a coloração é pouco uniforme. Os derivados de rochas eruptivas são, normalmente, de cor bruno-avermelhada-escura, com textura argilosa ou média. São muito suscetíveis à erosão, devido a pouca espessura e relevo forte ondulado onde, geralmente, ocorrem. São difíceis de serem mecanizados.

Re₁₁ – Associação Solos Litólicos Eutróficos, fase pedregosa, floresta subtropical subperenifólia, relevo forte ondulado e montanhoso, substrato rochas eruptivas básicas + Terra Roxa Estruturada Eutrófica, fase floresta subtropical perenifólia, relevo forte ondulado + Cambissolo Eutrófico Ta, fase pedregosa, floresta subtropical subperenifólia, relevo forte ondulado, substrato de rochas eruptivas básicas: todos com A chernozêmico, textura argilosa.

A associação ocorre na proporção de 40%, 30% e 30%, respectivamente. Ocorrem em áreas de clima úmido, sem estação seca e com geadas no inverno, ocupando partes dissecadas da paisagem, com relevo forte ondulado e montanhoso, entre 400 e 900 metros de altitude. A pequena espessura não permite armazenamento adequado de água para plantas. Possuem alta suscetibilidade à erosão, pedras na superfície, o que os torna inadequados para exploração agrícola tecnificada. A elevada fertilidade natural e boas condições físicas, favorecem a sua utilização com excelente produtividade num sistema de manejo pouco desenvolvido, baseado na tração animal e no trabalho braçal.

2.7 - FITOGEOGRAFIA

A vegetação é a expressão do clima em relação à latitude e altitude. Da classificação climática deduz-se que no Paraná deve-se esperar chuva em todos os meses do ano. A mata conquistou a maior parte da área do Estado sob os fatores climáticos predominantes do Quaternário Recente. No Quaternário (início), os campos limpos e cerrados revestiam grande parte do Paraná, como vegetação de um clima alternante semi-árido e semi-úmido. Sob as condições climáticas alternantes, com precipitação abundante durante o Quaternário Recente, a mata principiou a dominar os campos. Atualmente, o mato secundário ocupa o primeiro lugar, em consequência da desenfreada destruição das matas desde 1930.

A intervenção humana impediu o avanço das matas por meio das regulares queimadas dos campos, que ocasionam uma delimitação cada vez mais acentuada entre a mata e estepe. Com o início das roçadas e queimas das florestas para este fim, deu-se a inversão da ocorrência natural. Após sucessivas roçadas e rotação de terras, o campo sujo apoderou-se da primitiva área da mata.

No 3º Planalto, segundo MAACK (1981), a derrubada mais intensiva teve início em 1935, com a expansão da cultura cafeeira a oeste do rio Tibagi. A publicação em 1950 do primeiro mapa fitogeográfico na escala 1:750000, revelou o quadro de destruição das matas e da distribuição dos matos secundários. Até a década de 60, foi possível registrar cartograficamente o ritmo da modificação da paisagem natural e a expansão dos matos secundários. A partir da década de 70, este aspecto alterou-se radicalmente.

A vegetação original da área em estudo, foi denominada por ALONSO (1977) como floresta subcaducifolia subtropical com araucária, MAACK (1981, figura 128, p.290/291) a

classificou como regiões das matas de araucária e a EMBRAPA (1984), como floresta subtropical perenifólia.

Independente da denominação, a descrição é unânime, sendo que a vegetação original era encontrada em áreas elevadas e, quando localizadas nos vales maiores, estava nos altos das encostas dos rios de 1ª ordem. Ao longo dos rios e depressões, onde o ambiente não propiciava um bom desenvolvimento da *Araucaria angustifolia*, esta tinha porte reduzido. Em todas as associações, sobressaíam as copas dos pinheiros, formando uma cobertura arbórea não muito fechada.

ALONSO (1977, p.89), caracteriza a vegetação da região em estudo com estrutura em dois estratos arbóreos e um arbustivo. O estrato arbóreo superior era composto por araucária (*Araucaria angustifolia*), imbuia (*Ocotea sp*), cedro rosa (*Cedrela sp*), canelas do gênero *Nectandra* e outras espécies folhosas de grande porte. O estrato médio ou sub-bosque, era constituído de erva mate (*Ilex paraguayensis*), xaxim bugio (*Dicksonia sellowiana*), bracatinga (*Mimosa scabrella*), guaramirim ou camboinzinho (*myrcengenia enosma*). O estrato inferior por ervas, arbustos e gramíneas, com grande incidência de samambaia-açu (*Cythea schanschin*).

MAACK (1981) descreve ainda, para os componentes do estrato: sassafrás (*Ocotea pretiosa*), jacarandá (*Dalbergia nigra*), caviuna (*Machaerium sp*), monjoleiro (*Acacia polyphilla*), guabiroba-da-serra (*Britoa sellowianor*), pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*) e a paineira (*Chorisia speciosa*). No estrato inferior, acrescenta o fumo-bravo (*Solanum verbascifolium*) e tapixingui (*Craton sp*). Destaca das palmeiras, o jerivá (*Arecastrum romanzoffianum*) e o palmito (*Euterpe edulis*).

Na região de Francisco Beltrão e Pato Branco, havia ocorrência de uma *palmácea* do gênero *Mauritia*, considerada raridade botânica, pois para MAACK (1981, p.244),

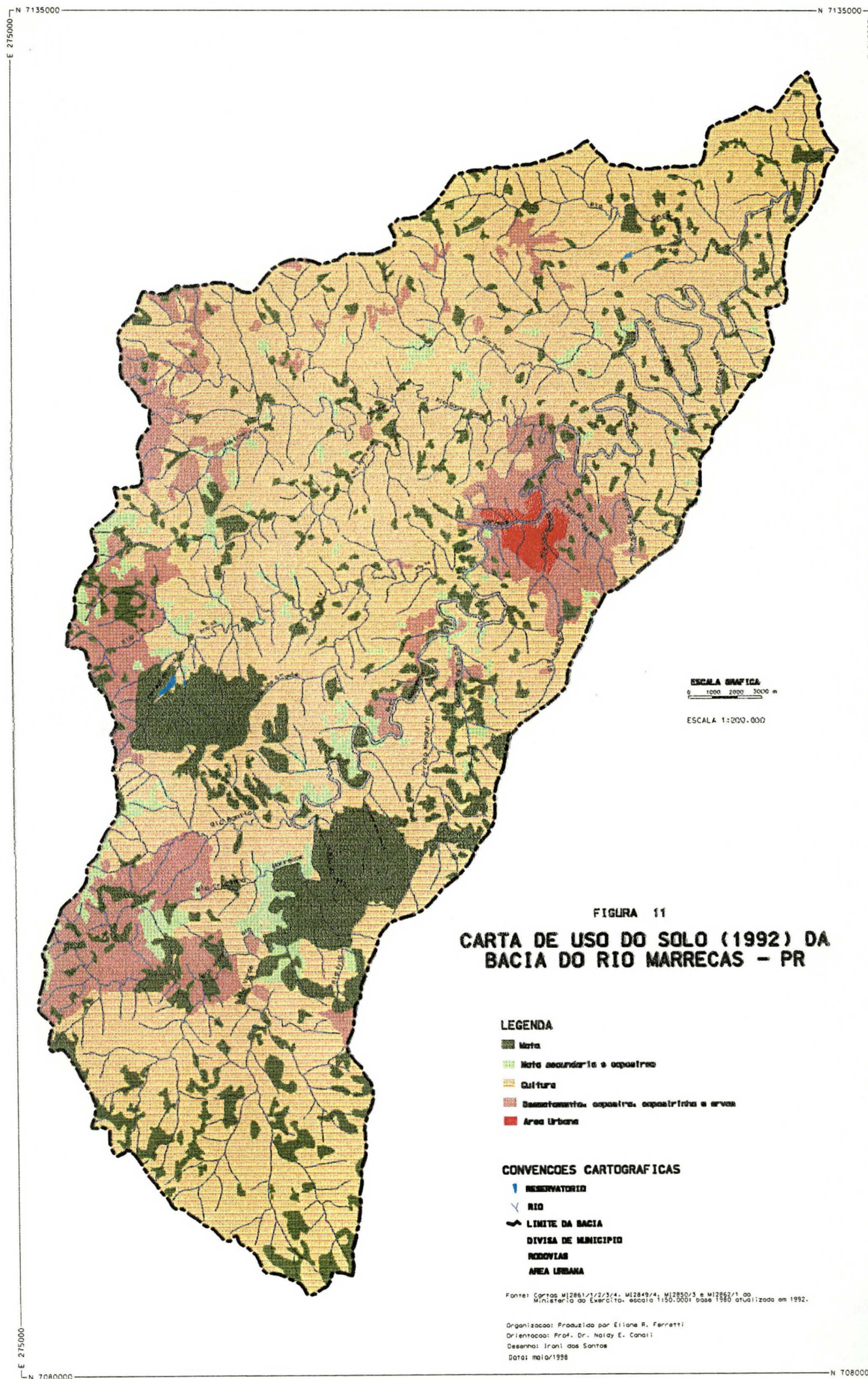
“trata-se de uma palmeira muito rara no Estado do Paraná, que testemunha a alteração climática desde o Pleistoceno. Em virtude da raridade botânica, ela deveria estar sob proteção governamental, a fim de evitar sua destruição total juntamente com o beneficiamento da araucária.”

Segundo o Mapa Fitogeográfico do Estado do Paraná (MAACK, 1981, figura 128), na década de 60, na área em estudo predominava o mato secundário com samambaias na zona das araucárias mas, sendo uma região principal de colonização, as terras foram usadas periodicamente com pouca rotação de culturas. Na parte sul, nas nascentes do rio Verde, predominava campos limpos com capões e matas ciliares ao longo do rio e dos arroios, também zonas de araucárias.

Optou-se em não confeccionar a carta da cobertura vegetal original, pois toda a bacia do rio Marrecas apresentava as mesmas características descritas por MAACK.

Na carta do uso do solo em 1992 da bacia do rio Marrecas (Figura 11), apresenta-se as classes do uso do solo, sendo que, estas classes foram definidas a partir da interpretação das cartas topográficas, fotos aéreas, imagens orbitais e confirmações de campo realizadas nos últimos anos com alunos do curso de Geografia da FACIBEL.

No QUADRO 13, estão representadas as classes de uso do solo da bacia, com as respectivas áreas e percentuais de participação da área total.



QUADRO 13 - CLASSES DO USO DO SOLO DA BACIA DO RIO MARRECAS
EM 1992.

CLASSES	ÁREA (KM ²)	%
Agricultura	613,48	73,34
Mata	104,33	12,47
Capoeira, capoeirinha e ervas	86,23	10,31
Mata secundária e capoeirão	25,18	03,01
Área urbana	7,28	00,87
TOTAL	836,50	100,00

MATA: representa a 12,47% da área da bacia (10.433 ha), correspondendo a vegetação mais densa da área em estudo, incluindo-se a vegetação primária descaracterizada ou não. Distribuí-se ao longo de toda a bacia mas, há dois grandes recobrimentos: um próximo ao rio Quatorze (porção oeste – margem esquerda) e outro, na margem direita (porção sudeste), englobando as microbacias dos rios Lata, Frio e Sanga dos Serpas.

MATA SECUNDÁRIA E CAPOEIRÃO: representa 03,01% da bacia (2.518 ha). São formações graminóides e vegetação secundárias, decorrentes da remoção vegetal anterior. Formados pela substituição, ou das culturas deficitárias em solos fracos, ou da vegetação anterior destruída seguida ou não de rápida utilização agrícola. São em grande parte infestadas de ervas e arbustos e, diferenciam-se da próxima classe, por encontrarem-se em estágio de regeneração mais avançado.

CAPOEIRA, CAPOEIRINHA E ERVAS: ocupam 10,31% da área da bacia (8.623 ha). Encontra-se localizada próximo à margem esquerda do rio Marrecas, porções sudoeste, oeste, noroeste e leste (próxima a área urbana). Corresponde ao revestimento de gramíneas e vegetação de pequeno porte. Apresentam-se em repouso ou estão abandonadas. Possivelmente anteriormente constituíam áreas de cultivos. A preocupação acentua-se pois, nas porções sudoeste, oeste e noroeste, estão as áreas com maiores declives e, próximas às nascentes ou à rios, apresentando sérios riscos ao ambiente, uma vez que o solo encontra-se “desprotegido” e, não havendo matas ciliares, ocorrerá a lixiviação do solo.

AGRICULTURA: esta classe predomina, pois ocupa 73,34% da bacia (61.348ha). Os cereais mais importantes são milho e o trigo; soja e feijão são as leguminosas mais cultivadas; os tubérculos mais plantados são a batata e a mandioca; a laranja é plantada em pequena escala. O sistema agrícola caracteriza-se pela ausência de rotação de terras e culturas, uso indiscriminado de agrotóxicos, principalmente pelos agricultores que plantam soja. A utilização de produtos agrícolas químicos já causou sérios problemas, onde os agricultores lavaram os instrumentos que utilizaram nos afluentes do rio Marrecas, antes da captação da água para abastecimento da cidade (FERRETTI, 1988, p.25).

Em pesquisa na mesma área, FERRETTI (1988, p.64), constatou presença de resíduos de agrotóxicos na água do rio Marrecas de Basagran e Trifluralina (herbicidas) e Nortox (inseticida) (na época – 1987 – as autoridades municipais não confirmaram estas informações mas, a alta mortandade de peixes, “comprovou” o problema existente). Estes produtos, além de outras conseqüências, causam ao homem: manifestações intestinais, aumentam a temperatura do corpo, lesões hepáticas e renais, irritação cutânea e gastrointestinais, pois são venenos acumulativos.

ÁREA URBANA: ocupa 00,87% da bacia (728 ha), concentrando-se na porção leste, tanto na margem direita como esquerda do rio Marrecas. Considerou-se o perímetro urbano delimitado pela prefeitura municipal.

3 - DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA - REFERENCIAIS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

3.1 - A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ESTUDO

A sobrevivência da espécie humana sobre a Terra está condicionada à utilização dos recursos naturais, de modo que esta relação depende dos hábitos de consumo e meios para apropriá-los. O crescimento da população e a evolução tecnológica tem provocado mudanças de hábitos na população, onde o consumismo, tem levado a uma crescente escassez dos recursos naturais. Somente neste século percebeu-se que estes recursos era finitos e, muitos, não renováveis, conseqüentemente, isto tem causado também alteração da qualidade desses recursos, gerando problemas de poluição e esgotamento de suas potencialidades.

Afim de reverter esta situação, faz-se necessário a urgência em implementação de medidas que venham a minimizar estes efeitos, entre elas a educação ambiental e o planejamento ambiental integrado em todos os níveis de ação

A avaliação do meio ambiente, permite a identificação de suas potencialidades de uso ou de conservação, suas vulnerabilidades e seu desempenho futuro. Isto possibilita e auxilia a tomada de decisões quanto à sua preservação. Esta avaliação é fundamental para a implementação de uma política de desenvolvimento sustentado.

Planejar para desenvolver é manejar o ambiente, visando a melhoria da qualidade de vida do ser humano. Assim, o planejamento ambiental deve orientar o desenvolvimento regional.

ALMEIDA (1993, p.14) define o planejamento ambiental como:

“grupo de metodologias e procedimentos para avaliar as conseqüências ambientais de uma ação proposta e identificar possíveis alternativas a esta ação, ou um conjunto de metodologias e procedimentos que avalia as contraposições entre as aptidões e usos dos territórios planejados.

Para RODRIGUEZ (1997, p.48/49), o planejamento ambiental deve envolver seis fases:

fase da organização: definição de objetivos e delimitação da área de estudo;

fase de inventário: onde todos os componentes do ambiente serão conhecidos e irão fundamentar o contexto do planejamento e definir as unidades geo-ecológicas;

fase de análise: onde todas as informações dos componentes serão analisadas e inter-relacionadas;

fase do diagnóstico: onde será identificada a problemática ambiental da área em estudo e avalia o potencial dos recursos;

fase propositiva: estabelece os instrumentos administrativos, jurídicos, legais e sociais, que irão assegurar o Programa de Organização Ecológico Territorial;

fase executiva: defini as estratégias para a instrumentação dos mecanismos de gestão, monitoramento, sistemas de informação e vigilâncias para aplicação do programa.

Para ALMEIDA (*op. cit.*, p.51/52), o planejamento ambiental deve considerar as dimensões social, econômica, ecológica, espacial e cultural, caracterizando-o como participativo, contratual e contextual para aplicação de políticas.

A política ambiental deve englobar todos os níveis e fases, sendo que os municípios são parte imprescindível para a efetivação desta política. Através do seu Plano Diretor (obrigatório para todos os municípios com mais de 20.000 habitantes - Art. 182,

Constituição Federal de 1988), o Município pode traçar ações e medidas para minimizar os problemas ambientais,

Nesse contexto, uma das questões primordiais em pesquisas ambientais é a definição da unidade de trabalho. Alguns pesquisadores delimitam esta unidade a partir das características morfológicas (ALMEIDA, 1982), outros adotam o geossistema, que é indicado pela interação entre os sub-sistemas mas, não delimita estes sub-sistemas. Em relação a isto, ORELLANA (1985) ressalta que, é indiferente a denominação que se dê a esta unidade: sistema geográfico, unidade territorial, unidade eco-geográfica, a definição vai depender antes de sua organização e funcionalidade.

A bacia hidrográfica tem sido utilizada cada vez mais como unidade para o planejamento ambiental, hoje é reconhecida como a unidade para o manejo dos recursos hídricos. Trata-se de uma unidade física que pode ser bem delimitada e identificados os seus processos de funcionamento. O insucesso no gerenciamento de bacia hidrográfica, é identificado através da degradação e perda de produtividade do solo, assoreamento dos canais fluviais, redução de vazão, enchentes, baixa qualidade da água e processos de erosão nas encostas.

Para CHRISTOFOLETTI (1980, p.102) a bacia hidrográfica é definida como “*área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial.*” Os fatores que compõem este ambiente interagem entre si, originando processos inter-relacionados, definindo as paisagens geográficas, que apresentam potencial de utilização baseado segundo as características de seus componentes: substrato geológico, formas e processos geomorfológicos, mecanismos hidro-meteorológicos e hidrogeológicos.

Para este mesmo autor, do ponto de vista geomorfológico, a bacia hidrográfica é um sistema aberto, que recebe suprimento contínuo de matéria e energia dos subsistemas

anteriores, substrato geológico, pedológico e clima, e sistematicamente, perde energia através da água e dos sedimentos que a deixam.

Para GREGORY & WALLING *apud* PROCHNOW (1985, p.198),

Uma das principais características do sistema aberto é a sua estabilidade, ou seja, o recebimento e a perda contínua de energia encontram-se em perfeito balanço. Ocorrendo uma modificação qualquer na forma do sistema, ou um acréscimo ou liberação de energia, imediatamente inicia-se uma mudança compensatória que tende a restaurar o equilíbrio dos ecossistemas da bacia.

Portanto, estudar a bacia hidrográfica, implica em identificar os seus componentes principais, bem como suas relações com o seu contexto, através dos *inputs* e *outputs*. Entre os principais componentes pode-se citar: uso do solo, geologia, hidrologia, áreas urbanizadas, clima, relevo e solos.

Para LERNER *apud* PROCHNOW (1988, p.32-33),

o planejamento de bacias hidrográficas (...) envolve diversas fases: diagnose, prognose e ação, ou seja, conhecimento, previsão e implantação, etapas essas que não devem ser tratadas linearmente. O processo de planejamento exige a elaboração de inventários e diagnósticos, tanto dos aspectos físicos como sócio-econômicos e institucionais da bacia hidrográfica, sem o que não é possível chegar-se a determinadas conclusões e recomendações que conduzirão a um melhor manejo da bacia hidrográfica.

HERMANN *apud* BELTRAME (1990, p.48) cita que:

A importância incontestável do recurso água no planejamento, a delimitação geofísica e biológica que apresentam as bacias, constituindo unidades geobiofísicas desenvolvidas ao longo de milhões de anos, contendo processos que são interativos, apesar das fronteiras político-administrativas que existam, levam seus apologistas a considerá-la como unidade ideal para tais planejamentos (...).

Finalmente, a ênfase que se tem dado nestes últimos anos aos aspectos ambientais, na elaboração dos planejamentos, em geral nos estudos e preservação dos ecossistemas existentes, parece vir reforçar a tese da bacia hidrográfica como unidade para o desenvolvimento de tais trabalhos, sem perder de vista as interações com as áreas que lhe são vizinhas .

ODUM (1975, p.39/40) cita que

o conceito de bacia hidrográfica ajuda a colocar em perspectiva muitos dos nossos problemas e conflitos. Por exemplo, as causas e as soluções da poluição da água não serão controladas olhando-se apenas para dentro da água: geralmente é o gerenciamento incorreto da bacia hidrográfica que destrói nossos recursos aquáticos. A bacia de drenagem inteira deve ser considerada a unidade de gerenciamento.

A bacia hidrográfica é a unidade de trabalho que mais auxilia na mensuração destes componentes

A conservação dos solos e das águas, constitui um conjunto de esforços, técnicas e ciências que tem como objetivo primordial, o uso adequado e racional dos recursos naturais renováveis, visando conseguir a proteção dos solos e das águas, ou sua restauração até níveis produtivos quando tenha ocorrido a destruição parcial dos mesmos. Desta forma, é importante a análise global das regiões visando o uso múltiplo, contínuo e econômico, estabelecendo o equilíbrio com a natureza e aptidão agrícola dos solos. Em outras palavras, é necessário que se analise, a nível de bacias hidrográficas e/ou microbacias, o uso das terras em regras conservacionistas, visando a perpetuação ambiental. (MAZUCHOWSKI apud BIGARELLA & MAZUCHOWSKI, 1985, p.224).

À partir da década de 60 modelos estrangeiros são estudados na intensão de se buscar adaptações destes à situação brasileira.

Neste sentido, uma metodologia para o diagnóstico da situação real em que se encontram esses recursos numa determinada área, passa a ser um instrumento necessário para a preservação visando, principalmente, a manutenção dos recursos água, solo e vegetação em bacias hidrográficas (BELTRAME, 1994).

O Brasil já possui alguns trabalhos desenvolvidos tendo por base a bacia hidrográfica como unidade de pesquisa. Em 1978 foi estruturado o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas - CEEIBH, cuja linha de trabalho visou a classificação dos cursos d'água da União, bem como a utilização racional dos recursos hídricos. Mas, não avaliava os demais recursos naturais.

No Estado do Paraná, a tradição de utilizar a bacia hidrográfica como unidade de trabalho, já vinha sendo desenvolvida pelo Serviço de Extensão Rural do Paraná. Pode-se citar o projeto da microbacia hidrográfica do rio Feliz - Água da Saúde, que foi constituído de um diagnóstico geral, plano de ação e metas físicas, cronograma e recursos necessários. Outros projetos que utilizaram microbacia, visavam a construção de terraços para reter água nas encostas mais íngremes, tendo por base a declividade e a pluviometria da área. Estes projetos envolviam todas as propriedades da microbacia e, além dos “murunduns”, as rodovias municipais eram relocadas e, nas propriedades, os rios, lagoas e mananciais tinham as matas ciliares recuperadas com espécies nativas.

O Programa Integrado de Conservação dos Solos e da Água do Paraná, a partir de bacia hidrográfica, definiu propostas tendo por base: identificação dos problemas críticos (água, solo, florestas, transporte, uso e manejo do solo, etc.); priorização dos problemas; proposição de soluções que envolvia a comunidade; elaboração do mapa da área com as medidas propostas; implantação e execução do plano proposto. Cada microbacia era mapeada com todas as informações pesquisadas.

No Paraná, o Consórcio Intermunicipal para Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi - COPATI possui como embasamento teórico trabalhos desenvolvidos pelo CIDIAT e MARNR, da Venezuela.

Esta metodologia necessita de uma equipe multi e interdisciplinar com a participação dos governos e/ou instituições ligadas ao meio ambiente (vertente institucional) e da população (vertente comunitária). Pressupõe o Diagnóstico Integral da Bacia Hidrográfica - DIBH sintetiza o estado da degradação e conservação da bacia, sendo composto por sete diagnósticos que se inter-relacionam, ou seja:

Diagnóstico Físico Conservacionista – DFC: que será tratado no próximo item.

Diagnóstico Sócio-Econômico - DSE: que fornece os fatores de degradação e poluição ambiental provocados pelo homem. Abrange os produtores, através de amostragem - questionários e entrevistas, tabulações, análises críticas, recomendações e conclusões e, também, as sedes municipais da bacia.

Diagnóstico Recurso Solo - DS: classifica e interpreta o uso, bem como os conflitos de uso, fornecendo as categorias de classificação: sobre-uso (áreas que ultrapassam sua capacidade com riscos de degradação) e sub-uso (áreas com uso abaixo de sua capacidade produtiva). Gera um levantamento da capacidade de uso do solo e um do uso atual, determinando os conflitos de uso.

Diagnóstico do Recurso Água - DA: tem como objetivo avaliar quantitativamente as disponibilidades, demandas atual e futura para os diferentes usos. A partir dos dados hidroclimáticos e sedimentográficos, verifica a disponibilidade superficial e, a partir das informações hidrogeológicas, a disponibilidade subterrânea. Fornece informações referente as demandas (urbana, industrial, rural, irrigação), enchentes e infra-estrutura hidráulica.

Diagnóstico Recurso Vegetação - DV: fornece um banco de dados - inventários/diagnósticos da vegetação: espécies predominantes de uso social (alimentação, medicamentos, construção civil, etc.); espécies econômicas (matéria-prima para uso industrial); espécies energéticas; espécies conservacionistas e espécies ecológicas (pré-requisitos para a sobrevivência de outras espécies).

Diagnóstico Recurso Fauna - DF: visa inventariar a fauna da bacia.

Diagnóstico da Contaminação Ambiental - DCA: identificará as situações críticas de: poluição hídrica (natural, agropastoril, urbana, industrial), poluição atmosférica, poluição sonora e por resíduos sólidos (manejo de lixo, manejo de lixo tóxico e manejo de lixo rural).

Em Honduras, SEGOVIA & PALMA segundo BELTRAME (1990, p.59), desenvolveram o DFC na sub-bacia *Concepcion*, que abrange os municípios de Lepaterique, Reitoca e Santa Ana. Os resultados foram objetivos, sendo que os autores reforçaram a viabilidade da metodologia como padrão para futuros planos de manejo para bacias hidrográficas em Honduras.

3.2 - O DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA - DFC

O DFC tem como meta, determinar o potencial de degradação ambiental da bacia, a partir de fatores naturais, como subsídio ao planejamento e manejo dos recursos naturais. Para isso, é necessário indicar parâmetros potenciais que serão expressos em forma numérica, estabelecendo o risco de degradação e possibilitando uma análise qualitativa quanto a preservação desses recursos.

O DFC é um diagnóstico preliminar necessário para embasar todos os demais. Mesmo genérico, é abrangente e prático por obter valores objetivos que avaliem o estado físico-conservacionista de uma bacia hidrográfica.

A fórmula descritiva proposta pelo CIDIAT e MARNR – Venezuela (BELTRAME, 1990, p.60) é a seguinte:

$$E(f) = \frac{ZV \cdot D \cdot d \cdot p}{g \cdot E \cdot e \cdot V}$$

Onde: ZV – zona de vida;

D - degradação específica (erosão potencial);

d - sedimentos medidos na estação (erosão atual);

p - declividade média;

g - geologia da área;

E - erodibilidade das rochas;

e - cobertura do processo atual de erosão;

v - cobertura vegetal atual.

Cada parâmetro é definido por um índice de acordo com classificações previamente estabelecidas sendo que, parâmetros e índices sugerem uma análise qualitativa da bacia hidrográfica que está sendo pesquisada.

Então, a somatória dos índices mínimos de cada parâmetro, estabelece o padrão de melhores condições da bacia hidrográfica quanto ao processo erosivo. A somatória dos índices máximos de cada parâmetro, estabelece o padrão de piores condições da bacia hidrográfica quanto a erosão. No QUADRO 14 estão representados os intervalos mínimo e máximo para cada índice.

Tendo estes valores já mensurados para a bacia hidrográfica, a metodologia venezuelana apresenta o valor crítico do processo erosivo através da equação da reta e dos eixos cartesianos, onde no eixo “x” encontram-se as unidades de riscos e, no “y”, o valor crítico da erosão que varia de 0 (zero) a 100 .

Portanto, quanto maiores os valores dos subíndices e, conseqüentemente, dos valores finais, maior o potencial de risco de degradação dos recursos da bacia hidrográfica (BELTRAME, 1990, p.06).

BELTRAME (1990), em sua dissertação de mestrado desenvolvida na bacia do rio do Cedro (Brusque – SC), apresenta uma proposta metodológica para o DFC de pequenas bacias hidrográficas, onde buscou uma adaptação da metodologia desenvolvida pelo CIDIAT – MARNR, para as condições catarinenses.

QUADRO 14 - PARÂMETROS, SÍMBOLOS E SUBÍNDICES ADOTADOS PELA METODOLOGIA DO DFC - CIDIAT E MARNR.

PARÂMETRO	SÍMBOLO	VALORES DOS SUBÍNDICES	
		MÍNIMOS	MÁXIMOS
Zonas de Vida	ZV	ZV ₁ 81 – 100% (semelhança)	ZV ₅ 1 – 20%
Degradação Específica	D	D ₁ 0 – 100 (ton./Km ² /ano)	D ₅ > 3.000
Sedimentos Medidos	d	d ₁ 0 – 100 (ton./Km ² /ano)	d ₈ > 2.000
Declividade Média	P	P ₁ 0 – 12%	P ₅ > 75%
Litologia	L	L ₁ Duras	L ₄ Depósitos não estabilizados
Erodibilidade da Rocha	E	E ₁ Pouco suscetível	E ₃ Altamente suscetível
Erosão	e	e ₁ 1 – 20%	e ₃ 81 – 100%
Cobertura Vegetal	V	V ₁ 1.0 (índice de proteção)	V ₇ 0.0 – 0.19
VALORES TOTAIS		MÍNIMOS	MÁXIMOS
ÍNDICES		8	40

Fonte: BELTRAME (1990, p.62)

Quanto as adaptações realizadas na metodologia venezuelana e apresentadas na sua dissertação, BELTRAME (1990, p.170), resume-as como segue:

METODOLOGIA CIDIAT – MARNR

* - Zona de Vida (ZV)

por classificação de L. HOLDRIDGE

* - Vegetação

por fotos aéreas

* - Degradação Específica (D)

por gráfico de FOURNIER

* - Declividade Média (p)

* - Sedimentos (d)

* - Geologia (g)

* - Erodibilidade das Rochas (E)

* - Cobertura do processo atual
de erosão (e)

METODOLOGIA

APRESENTADA

POR BELTRAME (1990)

* - Cobertura Vegetal Original
(CO)

por descrições de KLEIN(1960,
1978 e 1980)

* - Cobertura Vegetal Atual (CA)

por imagens LANDSAT - TM₅

* - Erosividade da Chuva (E)

por equação de LOMBARDI &
MOLDENHAUER (1980)

* - Declividade Média (DM)

* - Parâmetro não considerado¹

* - Potencial Erosivo do Solo (PE),
associação da suscetibilidade da
textura

do solo à erosão e declividade.

* - Balanço Hídrico (BH)

* - Densidade de Drenagem (DD)

¹ – Este parâmetro foi excluído da fórmula descritiva por não ser considerado um fator potencial natural de degradação física como todos os demais mas, uma consequência de todo o processo.

Portanto, a fórmula descritiva proposta por BELTRAME (1990), passa a ser:

$$E(f): CO_a CA_b DM_c E_d PE_e DD_f BH_g$$

Onde: $E(f)$ – estado físico-conservacionista do setor, que é proporcional aos parâmetros:

CO_a – grau de semelhança entre a cobertura vegetal original e a atual; a é o índice específico.

CA_b – proteção da cobertura vegetal atual ao solo; b é o índice específico.

DM_c – declividade média; c é o índice específico.

E_d – erosividade da chuva; d é o índice específico.

PE_e – potencial erosivo do solo; e é o índice específico.

DD_f – densidade de drenagem; f é o índice específico.

BH_g – balanço hídrico; g é o índice específico.

A seguir passar-se-á a apresentar os parâmetros adotados por BELTRAME (1990), que fundamentaram a pesquisa na bacia do rio Marrecas.

3.2.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Para o desenvolvimento de sua proposta, BELTRAME (1990), coletou as seguintes informações e/ou utilizou-se dos seguintes materiais:

Informações cartográficas: mapa topográfico em escala 1:50000 para confeccionar mapa de declividade e hipsometria, que auxiliaram na confecção dos mapas geomorfológico, de cobertura vegetal original, de setorização da bacia e elaboração de perfil longitudinal do rio do Cedro.

Mapa geológico em escala 1:50000 e mapa topográfico da bacia e arredores, que foi reduzido do mapa topográfico em 1:50.000, para localização das estações hidroclimáticas mais próximas.

Imagens orbitais e suborbitais: como imagens suborbitais, utilizou 07 pares de fotos aéreas, na escala 1:25000 do ano de 1978 (as mais recentes), para confeccionar mapa de geomorfologia, potencial erosivo e do uso da terra em 1978. Fotos aéreas de 1957, para confecção do mapa de uso da terra daquele ano. Imagens orbitais LANDSAT TM₅, de 27/03/88 e, com uso do SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens), obteve informações para confeccionar o mapa de uso da terra em 1988.

Dados de precipitação e evapotranspiração: dados de precipitação mensal das estações pluviométricas e próximas, do período de 1978 e 1987, para o cálculo da erosividade da chuva. Os dados de evapotranspiração foram obtidos através dos trabalhos de ORSELLI & TAVARES (1988) (BELTRAME, 1990, p.97).

Características físicas e químicas do solo: para as análises físicas foram coletadas 17 amostras em 6 pontos de coleta. Para a análise química, foram coletados amostras em 5 pontos distintos.

Informações bibliográficas.

3.2.2 - SETORIZAÇÃO DA BACIA

Para a setorização da bacia, BELTRAME utilizou os critérios hidrográficos (linha dos divisores de águas), hipsometria, carta de declividade e perfil longitudinal do rio principal, definindo 03 setores para a bacia:

Setor A: parte mais alta da bacia, com mais de 400 metros de altitude e declividades acima de 20%. A divisão entre o setor A e o B, corta o rio principal entre as cotas de 100 e 120 metros de altitude.

Setor B: parte central da bacia, entre 100 e 400 metros de altitude e declividades acima de 8%. A divisão entre o setor B e o C, corta o rio principal na cota de 60 metros.

Setor C: áreas mais baixas e planas da bacia, com até 200 metros de altitude e declividades de até 8%.

BELTRAME sugere que, na aplicação desta proposta em outras bacias, os critérios de setorização deverão ser revistos e adaptados para a realidade da bacia em que se está estudando.

3.2.3 - COBERTURA VEGETAL ORIGINAL - PARÂMETRO CO

Inicialmente, foi determinado a cobertura vegetal original e, de preferência, o mais detalhado possível. A partir desta informação, confeccionar mapa da cobertura. BELTRAME (1990, p.106), sobrepõe os mapas de declividade e hipsometria para verificação da cobertura descrita.

Com base na interpretação de fotos aéreas de 1978, foi verificado a situação da cobertura vegetal da bacia, sendo feito o mesmo procedimento para o ano de 1988 (a partir das imagens orbitais).

Assim, foi calculado a área de mata para cada setor e, com base no grau de semelhança apresentado pela metodologia venezuelana (Quadro 15), foi estabelecido o parâmetro CO e subíndice para cada setor.

QUADRO 15 - CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO GRAU DE SEMELHANÇA PARA O PARÂMETRO CO

GRAU DE SEMELHANÇA	ÍNDICE	NÍVEIS
81 - 100%	CO ₁	Altamente semelhante
61 - 80%	CO ₂	Semelhante
41 - 60%	CO ₃	Medianamente semelhante
21 - 40%	CO ₄	Baixa semelhança
01 - 20%	CO ₅	Nenhuma semelhança

Fonte: BELTRAME (1990, p.67).

3.2.4 - PROTEÇÃO DA COBERTURA VEGETAL ATUAL - PARÂMETRO CA

Para definir este parâmetro, é necessário conhecer-se o uso do solo da bacia, em data mais recente e na escala mais detalhada possível.

BELTRAME (1990) utilizou fotos aéreas de 1978 (1:25000), imagem multiespectral digital de satélite TM₅ de 27/03/1988 em escala 1:50000 e, após procedimentos técnicos necessários, confeccionou o mapa de uso da terra em 1988.

Após identificação (a mais detalhada possível) das classes de uso da terra por setor, procede-se o cálculo da área de cada classe para encontrar-se o grau de proteção ao solo.

A classificação adotada por BELTRAME (1990, p.120) tem por base a metodologia venezuelana - CIDIAT/MARNR (1978), SEGOVIA & PALMA (1987) e LLANO & CRIADO (1968).

Para o trabalho desenvolvido na bacia do rio Marrecas, foi adotado apenas a classificação do CIDIAT/MARNR (HIDALGO, 1990, p.18). Os valores variam de 0 (zero – para bacias sem proteção vegetal) a 1 (bacias totalmente protegidas) (Quadro 16).

Para a obtenção do índice de proteção total para cada setor, procede-se da seguinte maneira:

- a) – para cada tipo de cobertura vegetal determina-se a área em hectares;
- b) – para cada tipo de cobertura vegetal determina-se o índice de proteção;
- c) – multiplica-se os valores de (a) por (b), determinando a área correspondente ao índice de proteção;
- d) – soma-se a coluna © e divide-se pela área total do setor, o que nos fornecerá o parâmetro CA e subíndice do setor (Quadro 17).

QUADRO 16 - CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE COBERTURA VEGETAL
QUANTO À PROTEÇÃO FORNECIDA AO SOLO - PARÂMETRO CA

SÍMBOLO	COBERTURA VEGETAL	ÍNDICE PROTEÇÃO
1	Floresta Primitiva Intacta	
1 a	Floresta Primitiva Densa	1
1 b	F. P. Descaracterizada	0,8 - 0,9
2	Vegetação Secundária	
2 a	Mata Secundária e Capoeirão	0,8 - 0,9
2 b	Capoeira, capoeirinha e ervas	0,6 - 0,7
3	Reflorestamento	0,5 - 0,7
4	Pastagens	
4 a	Pastagem Manejada	0,8 - 0,9
4 b	P. não maneja e não degradada	0,6 - 0,8
4 c	P. não manejada e degradada	0,3 - 0,6
5	Cultivos	
5 a	Com Téc. Conservacionistas	0,7 - 0,8
5 b	Sem Téc. Conservacionistas	0,2 - 0,4
6	Hortas	
6 a	Com Tec. Conservacionistas	0,7 - 0,8
6 b	Sem Téc. Conservacionistas	0,2 - 0,4
7	Várzea	
7 a	Arroz irrigado	0,9 - 1,0
7 b	Solo Plano	1,0

QUADRO 17 - PARÂMETRO CA - ÍNDICE DE PROTEÇÃO TOTAL

ÍNDICE	SÍMBOLO
1,00	CA ₁
0,80 - 0,99	CA ₂
0,60 - 0,79	CA ₃
0,40 - 0,59	CA ₄
0,20 - 0,39	CA ₅
0,01 - 0,19	CA ₆
0,00	CA ₇

Fonte: HIDALGO (1990, p.19).

Uma vez confeccionado os mapas de uso do solo em períodos diferentes (no caso de BELTRAME (1990), de 1957, 1979 e 1988), pode-se efetuar a comparação de cada classe, a fim de verificar a evolução de ocupação da bacia.

BELTRAME (1990, p.125), sugere que

sempre que possível, utilizar-se de materiais semelhantes em escala ideal de trabalho (comparação de fotos aéreas com fotos aéreas ou de imagens de satélite com imagens de satélite). O percentual de áreas não classificadas prejudicam em parte a interpretação desses resultados, entretanto os mesmos foram considerados bastante consistentes em termos de avaliação evolutiva do uso da terra da bacia.

3.2.5 - DECLIVIDADE MÉDIA - PARÂMETRO DM

Através deste parâmetro caracteriza-se o relevo:

- - com papel milimetrado determina-se a área de cada setor da bacia;

- - com o auxílio de um curvímeter determina-se, sobre a carta topográfica da bacia, a longitude total das curvas de nível de cada setor;
- - sabendo-se a eqüidistância das curvas de nível, aplica-se a seguinte expressão:

$$DM = \frac{L.C.N. \times E}{A}$$

A

Onde: DM – declividade média

L.C.N. – longitude das curvas de nível (por setor)

E – eqüidistância entre as curvas de nível

A – área do setor

Com base nas classes de declividades adotadas, determina-se os respectivos subíndices deste parâmetro.

BELTRAME (1990, p.126), trabalhou com os seguintes intervalos de declividade: menor de 8%, 8 – 20%, 20 – 45% e acima de 45% (definidas pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos), determinando o parâmetro DM e subíndices (Quadro 18).

QUADRO 18 - CLASSES DE DECLIVIDADE E SUBÍNDICES - PARÂMETRO DM.

DECLIVIDADE	RELEVO	SÍMBOLO E SUBÍNDICE
Até 8%	Suave ondulado	DM ₁
9 a 20%	Ondulado	DM ₂
21 a 45%	Forte Ondulado	DM ₃
Acima 45%	Montanhoso a Escarpado	DM ₄

Fonte: BELTRAME (1990, p.126)

Para melhor caracterizar o relevo, BELTRAME (1990), sugere a elaboração de curvas hipsográficas dos setores. E, a partir destas curvas, dados morfométricos dos setores: altura média, coeficiente de massividade e coeficiente orográfico.

3.2.6 - EROSIVIDADE DA CHUVA - PARÂMETRO E

BELTRAME (1990, p.128) sugere a equação de BERTONI & MOLDENHAUER (1980, In: BERTONI & LOMBARDI, 1985), como método mais viável e prático para avaliar a erosividade da chuva.

Portanto, é necessário:

- a) – verificar as estações pluviométricas mais próximas e dentro da área da bacia (caso exista) e, buscar as informações das precipitações mensais de, no mínimo, 10 anos;

b) – plotar as estações pluviométricas no mapa base da bacia já setorizada, em função das coordenadas geográficas de cada uma;

c) – aplicar o procedimento dos “polígonos de Thiesen” para determinar a área de influência de cada estação. Este método não considera as influências orográficas existentes. Caso o número de estações seja considerável, BELTRAME sugere o método das isoietas por apresentar maior precisão.

d) – sabendo-se a estação pluviométrica de maior influência de cada setor, utilizar a equação:

$$E = 6,886 (r^2/P)^{0,85}$$

Onde: E – média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h);

r – precipitação média mensal em mm;

P – precipitação média anual em mm.

Com dados de precipitação média anual e média para o Estado, elabora-se a classificação do índice de erosividade. Para isso, é necessário dos dados de todas as estações pluviométricas do Estado, para verificar a mais baixa precipitação média anual e a mais alta precipitação média anual. Para estas duas estações, calcular a equação acima descrita. A partir dos resultados encontrados, definir intervalos para a classificação do parâmetro E.

Para Santa Catarina, BELTRAME (1990, p.131), definiu a seguinte classificação, tendo por base o índice de erosividade mais baixo em Ararangua, com 522,61 t/ha.mm/h e o mais alto em Xanxerê, com 904,75 t/ha.mm/h (Quadro 19).

QUADRO 19 - CLASSIFICAÇÃO DOS ÍNDICES DE EROSIVIDADE PARA O ESTADO DE SANTA CATARINA

ÍNDICE (t/ha.mm/h)	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO E SUBÍNDICE
< 599,04	Erosividade Débil	E ₁
599,04 a 675,48	Erosividade Média	E ₂
675,49 a 751,91	Erosividade Forte	E ₃
751,91 a 828,33	Erosividade Muito Forte	E ₄
> 828,33	Erosividade Excessiva	E ₅

Fonte: BELTRAME (1990, p.131)

3.2.7 - POTENCIAL EROSIVO DO SOLO - PARÂMETRO PE

GEOLOGIA: a partir de informações pré-existentes, deve-se caracterizar a litologia da bacia e confeccionar o mapa geológico. Ressalta-se que, quanto mais detalhada for a informação, mais preciso será o parâmetro. Definindo-se as unidades litológicas, deve-se calcular a área de cada uma por setor.

GEOMORFOLOGIA: com base na carta topográfica, fotointerpretação (fotos aéreas ou imagens orbitais), deve-se caracterizar (o mais detalhado possível) as informações geomorfológicas da bacia, relacionando-as com a litologia.

TEXTURA DO SOLO: para esta informação BELTRAME (1990, p.139), coletou amostras de solo, nas distintas unidades litológicas, em 06 pontos diferentes e em 3 profundidades (15 cm, 60 cm e 90 cm). As amostras foram coletadas em uma mesma posição

na paisagem: à meia encosta. Após, procedeu a análise granulométrica e, observando semelhanças entre as amostras, agrupou-as referenciando a litologia.

Baseando-se em BIGARELLA & MAZUCHOWSKI *apud* BELTRAME (1990, p.145), BELTRAME correlaciona o diâmetro das partículas com o mínimo de velocidade média de fluxo da água necessária para transportá-las, gerando o índice de suscetibilidade da textura à erosão.

Com este dado, BELTRAME associou informações de declividade, geologia, geomorfologia e hipsometria. Com base nas classes de declividade e os dados de suscetibilidade, gerou uma matriz que fundamentou o mapa de potencial erosivo dos solos.

Assim, BELTRAME (1990) sugere os seguintes índices de potencial erosivo dos solos (Quadro 20), necessário para obtenção do parâmetro por setor.

QUADRO 20 - ESCALONAMENTO DOS ÍNDICES DO POTENCIAL EROSIVO, QUALIFICAÇÃO E SÍMBOLO RESPECTIVO

POTENCIAL EROSIVO	SÍMBOLO	ESCALONAMENTO DOS ÍNDICES
Baixo	PE ₁	0,876 - 1
Baixo Moderado	PE ₂	0,751 - 0,875
Moderado a Baixo	PE ₃	0,626 - 0,750
Moderado a Alto	PE ₄	0,501 - 0,625
Alto a Moderado	PE ₅	0,376 - 0,500
Alto a Muito Alto	PE ₆	0,251 - 0,375
Muito Alto a Alto	PE ₇	0,126 - 0,250
Muito Alto	PE ₈	0,000 - 0,125

Fonte: BELTRAME (1990, p.150)

Após, deve-se calcular a área ocupada por cada classe nos setores, relacionando a simbologia.

Para o cálculo do parâmetro para cada setor, BELTRAME (1990, p.155) sugere:

- a) – coluna (1) - área de cada classe;
- b) – coluna (2) – índice de potencial erosivo de cada classe;
- c) – coluna (3) – produto das colunas (1) e (2);
- d) – para cada setor, somar os valores da coluna (1) e (3);
- e) - para cada setor, dividir o valor da somatória da coluna (3) pela somatória da coluna (1), encontrando o índice e respectiva simbologia.

3.2.8 - DENSIDADE DE DRENAGEM - PARÂMETRO DD

Utilizando-se um curvímetro, mede-se o comprimento total dos canais, por setores e calcula-se:

$$DD = L_t/A$$

Onde: DD – densidade de drenagem

L_t - comprimento total dos canais

A - área do setor

BELTRAME (1990, p.157), sugere a seguinte classificação (Quadro 21):

QUADRO 21 - CLASSIFICAÇÃO DA DENSIDADE - PARÂMETRO DD

VALORES DA DD (KM/KM²)	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO
MENOR 0,50	Baixa	DD ₁
0,50 - 2,00	Mediana	DD ₂
2,01 - 5,50	Alta	DD ₃
Maior 3,50	Muito Alta	DD ₄

Fonte: BELTRAME (1990, p.157)

3.2.9 - BALANÇO HÍDRICO - PARÂMETRO BH

Com base na metodologia de CASTANY, BELTRAME (1990, p.158) calculou o balanço hídrico por setor, através da fórmula:

$$P = E + Q$$

Onde: P – precipitação total

E – evapotranspiração real

Q – escoamento total ou excedente

É necessário classificar o resultado de cada setor no Estado, estabelecendo intervalos na classificação.

BELTRAME (1990, p.159) estabeleceu a seguinte classificação para o Estado de Santa Catarina, a partir de dados apresentados por ORSELLI & TAVARES para 107 localidades do Estado (Quadro 22).

QUADRO 22 - CLASSIFICAÇÃO QUALITATIVA DOS VALORES DO BALANÇO HÍDRICO E RESPECTIVOS SÍMBOLOS PARA SANTA CATARINA

BALANÇO HÍDRICO	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO
Sem deficiência hídrica e excedente hídrico superior a 1.561,0 mm/ano	Muito Alto	BH ₁
Sem deficiência hídrica e excedente hídrico entre 780,5 mm e 1.561,0 mm/ano	Alto	BH ₂
Sem deficiência hídrica e excedente hídrico de até 780,5 mm/ano	Médio	BH ₃
Com deficiência hídrica, pelo menos 01 mês/ano; qualquer excedente	Baixo	BH ₄

Fonte: BELTRAME (1990, p.159)

3.2.10 - FÓRMULA DESCRITIVA SUGERIDA

BELTRAME (1990, p.162), sugere a seguinte fórmula descritiva:

E(f): CO_a CA_b DM_c D_d PE_e DD_f BH_g (a descrição da fórmula está na página 92).

Deve-se desenvolver a fórmula para cada setor: para obter-se os valores finais, soma-se os valores mínimos dos parâmetros, que representa o melhor estado físico-conservacionista e, os valores máximo, que representa o pior estado físico-conservacionista.

Com os valores mínimos e máximos, têm-se o ângulo de inclinação da reta (equação da reta). Ao plotar-se no eixo "x" os valores obtidos nas fórmulas descritivas dos setores e, traçar-se as perpendiculares até a reta, obtém-se nas ordenadas, as unidades de risco de degradação física da bacia.

Com a equação da reta $y = ax + b$, obtém-se esse resultado com maior precisão.

Para avaliar melhor o estado da bacia, deve-se correlacionar o mapa do uso da terra (o mais recente) e o mapa de potencial erosivo do solo, o que resultará no mapa dos conflitos da terra. Esse mapa apresenta as situações conflitantes de sobre-utilização (áreas com uso que ultrapassam sua capacidade com riscos de degradações física do solo) e sub-utilização (áreas com uso abaixo de sua capacidade produtiva).

Assim, resulta-se no mapa proposta de uso racional da terra, com as seguintes classes:

Áreas sobre-utilizadas: áreas que deveriam estar protegidas mas, encontram-se com outro uso; áreas destinadas à culturas perenes mas, estão ocupadas por culturas temporárias.

Áreas sub-utilizadas: áreas adequadas à culturas perenes, pastagem ou reflorestamentos com exploração seletiva mas, que estão ocupadas por mata ou capoeira; áreas que poderão ser ocupadas por culturas anuais mas, que estão sendo ocupadas por mata, capoeira, campo limpo.

Áreas de uso correspondente: áreas que são utilizadas com a classe de uso conforme sua capacidade de uso, mesmo que não utilizem qualquer técnica conservacionista (áreas povoadas são consideradas nesta classe).

3.3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento do DFC da bacia do rio Marrecas, fez-se necessário algumas informações preliminares, sendo que as cartas confeccionadas que serviram de suporte básico para a presente pesquisa serão explicadas neste item.

No Quadro 23, estão resumidos os materiais e informações utilizados no DFC da bacia do rio Marrecas.

QUADRO 23 - MATERIAIS E INFORMAÇÕES UTILIZADOS PARA O DFC DA BACIA DO RIO MARRECCAS.

INFORMAÇÕES NECESSÁRIAS	INFORMAÇÃO EXISTENTE	INFORMAÇÃO INEXISTENTE	FONTE
Fotos Aéreas – 1:25000	X		IAP
Imagem Satélite LANDSAT TM-5	X		INPE
Descrição Vegetação Original	X		ALONSO(1977), MAACK(1981) EMBRAPA(1984)
Temperatura e Chuva	X		SIMEPAR
Evapotranspiração		X	THORNTHWAITE & MATHER (1955)
Dados dos solos	X		EMBRAPA(1984) e ASSESSOAR
C.Topográfica – 1:50000	X		Ministério Exército
C. da Bacia – 1:50000		X	
C.dos Setores – 1:50000		X	
C.Clinográfica – 1:50000		X	
C.Geológica – 1:50000	X		MINEROPAR(copilação)
C.Geomorfológ.-1:50000		X	
C.Pedológica – 1:50000	X		EMBRAPA(copilação)
C.Potencial Erosivo dos Solos		X	
C.Uso dos Solos		X	

OBSERVAÇÃO: todas as cartas foram confeccionadas, originalmente, na escala 1:50.000 em papel *overlay*. Posteriormente, utilizou-se o *software MicroStation CAD* para digitalização e, para a carta clinográfica, utilizou-se o aplicativo *SiteWork*. Todas as cartas foram impressas na escala 1:200.000.

Inicialmente, efetuou-se o levantamento de dados, tratando-se, basicamente, de um inventário do meio físico, caracterizando o mais minuciosamente possível o ambiente da área em estudo, por meio de consulta aos mapas disponíveis e informações bibliográficas.

Cada item do inventário foi traduzido em cartas temáticas básicas: geológica, geomorfológica, clinográfica, hidrográfica, uso do solo e pedológica.

Utilizou-se as Cartas Topográficas do Exército – Departamento de Engenharia e Comunicações (1980), em escala 1:50000: MI2849/4, MI2850/3, MI2861/1/2/3/4 e MI2862/1, com curvas de nível com equidistância de 20 metros. Todos os mapeamentos foram efetuados sobre as cartas topográficas em escala 1:50000:

a) – carta hidrográfica: obtida através da interpretação das cartas topográficas do Exército, onde delimitou-se a bacia, traçou-se a rede de drenagem, rodovias, perímetro urbano. A partir desta carta, calculou-se a área da bacia e procedeu-se o estudo das características morfométricas da rede de drenagem para melhor fundamentar a setorização da bacia.

b) – carta geológica: confeccionada através da adaptação do Mapa Geológico do Paraná, da MINEROPAR, em escala 1:500000. As falhas identificadas com um * (asterisco) foram compiladas do referido mapa e, as demais, foram inferidas a partir da fotointerpretação, tendo por base os procedimentos explicados por SOARES & FIORI (1976).

c) – carta geomorfológica: definida através da interpretação das cartas topográficas. A análise foi efetuada a partir da restituição e fotointerpretação das feições geomorfológicas,

com o auxílio de estereoscópio de bolso e fotografias aéreas em preto e branco, em escala 1:25000, de 1980. Foram identificadas as principais feições geomorfológicas, como divisores de água, tipos de topos, vertentes e vales. A rede de drenagem foi detalhada, levando-se em conta todos os elementos de textura de drenagem, sem considerar a presença ou não de água nos vales.

d) – carta pedológica: adaptada do Mapa de Levantamento e Reconhecimento de Solos do Estado do Paraná, da EMBRAPA, em escala 1:600000. As características físico-químicas dos solos foram adquiridas na ASSESSOAR, que realiza análise química dos solos que os associados requisitam, em seu Laboratório de Análise de Solos, sendo que desenvolveu, aproximadamente, 2.000 análises química de solos da região. Quanto a análise física, quando os associados requisitam, a ASSESSOAR encaminha para o IAPAR de Londrina e, já foram encaminhadas, aproximadamente, 80 amostras de solos da região para serem analisadas fisicamente.

e) – uso do solo: o uso do solo foi inicialmente delimitado a partir das cartas topográficas e detalhadas e/ou verificadas durante a fotointerpretação. Utilizou-se imagens orbitais do Landsat TM⁵ nas bandas 4, 5 e 7, de 1992, em escala 1:250000, para verificação das modificações ocorridas quanto ao uso do solo. Com o auxílio de técnicas e métodos de análise de imagens, utilizou-se o sistema *Idrisi for Windows* (EASTMAN, 1996), para proceder o tratamento da imagem. Após, em ambiente *Idrisi* sobrepomos as cartas do uso do solo de 1980 e a de 1992, para observação das modificações ocorridas. As modificações ocorridas não foram significativas, tanto no que se refere a novas áreas com cobertura de matas, quanto na redução de áreas de matas existentes. Assim, a carta apresentada será

denominada de Carta do Uso do Solo em 1992, sendo que na legenda constará que a base dos dados foi de 1980 e atualizada em 1992.

f) – carta clinográfica: confeccionada a partir das cartas topográficas e seguindo as recomendações de DE BIASI.

Os mapas temáticos foram digitalizados em *CAD - Computer Aided Design*, tendo sido utilizado o *software MicroStation*. A carta clinográfica foi gerada com o *SiteWork*, aplicativo do *software MicroStation*, tendo por base a digitalização das curvas de nível, a partir das cartas topográficas, em escala 1:50000, gerando o modelo digital do terreno, conhecido como *Digital Elevation Model - DEM*, com cerca de, aproximadamente, 100.000 pontos (X, Y, e Z), representativos do relevo da bacia.

Os dados de precipitação e temperatura foram requisitados no SIMEPAR, referente a estação pluviométrica de Francisco Beltrão, pois exerce maior influência na bacia do rio Marrecas, no período de 1973 a 1996. A influência desta estação foi determinada através do Método de Thiesen.

Os dados levantados foram, a princípio, interpretados isoladamente para obtenção de informações específicas sobre cada item do inventário.

Após, através do auxílio do SIG – Sistema de Informações Geográficas *Idrisi* foi inter-relacionado alguns dados temáticos, gerando outras cartas necessárias para o desenvolvimento da metodologia adotada. A metodologia adotada para determinar o potencial de degradação ambiental da bacia do rio Marrecas será apresentada e discutida no próximo capítulo.

Como aporte teórico desta análise, utilizamos informações bibliográficas disponíveis sobre os itens abordados, listadas nas referências bibliográficas.

Para realizar-se a presente pesquisa, de modo semelhante o que fez BELTRAME, houve necessidade de adaptação dos parâmetros, para dar conta da realidade local, quanto pela impossibilidade de obtenção de todos os dados.

4 - APLICAÇÃO DO DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA NA BACIA DO RIO MARRECCAS

4.1 - SETORIZAÇÃO DA BACIA

Os critérios adotados por BELTRAME (1990) para a setorização da bacia do rio do Cedro – Brusque – SC (hidrográficos, hipsométricos e perfil longitudinal do rio), não foram determinantes na bacia do rio Marrecas, uma vez que esta bacia é bem maior do que àquela (67,24 Km² e 836,50 Km²).

Assim, para setorizar a bacia do rio Marrecas, além dos critérios sugeridos por BELTRAME (1990), adicionou-se dados geológicos e morfométricos.

Observando a fisiografia da bacia do rio Marrecas, percebe-se uma assimetria no arranjo espacial dos elementos de drenagem (ver Figura 09, p.60). Em função desta diferenciação, FERRETTI (1998) pesquisou as possíveis causas desta assimetria. Para isso, detalhou os dados geológicos, referenciou os sistemas de falhas (inferidas) na bacia e calculou os parâmetros morfométricos da bacia (ver Anexo 02).

Em toda a bacia do rio Marrecas a litologia predominante são os basaltos da Formação Serra Geral mas, como há sistemas relativamente denso de linhas estruturais, indicando linhas de falhas inferidas, o controle estrutural sobre o desenvolvimento da rede de drenagem é significativo.

Para HACK (1972), na análise topográfica, o equilíbrio dinâmico de uma paisagem implica na interação entre os processos de erosão linear e a resistência das rochas. E, para SOARES *et alii* (1982), o relevo e a drenagem tendem a desenvolver padrões específicos devido a fatores litológicos e estruturais.

Assim, a heterogeneidade do substrato rochoso, quer por diferenças litológicas, quer por sistemas de linhas de fraqueza estrutural, pode condicionar o desenvolvimento da rede de drenagem. Em função dessas influências e da dos demais elementos, o arranjo espacial da rede hidrográfica poderá ser diferenciado, refletindo isso numericamente através dos parâmetros morfométricos.

A assimetria na estruturação da rede de canais de uma bacia hidrográfica, indica que os canais fluviais desenvolveram-se sobre um substrato não homogêneo, sendo que as anomalias verificadas podem ser atribuídas ao acamamento dos estratos ou ao controle das linhas de fraqueza estrutural. No caso de controle derivado do acamamento, rios que se desenvolveram sobre estratos de fraca a moderadamente inclinação, ou de blocos levemente basculados, os afluentes desta margem serão mais longos, de baixa angularidade, pois escoam no mesmo sentido da inclinação das camadas. Já os rios que correm em sentido perpendicular ao acamamento, serão curtos, com ângulos abertos. Assim, o comprimento médio e o arranjo de cada lado do canal principal, ou de hierarquia mais alta, serão diferentes.

Na bacia do rio Marrecas, observa-se esta diferenciação. Os afluentes da margem esquerda são mais longos, com gradiente mais baixo que os afluentes da margem direita, que são mais curtos e com gradientes médio mais altos.

Analisando-se a composição mineralógica de 4 amostras plotadas na bacia (Figura 05, p.27), observou-se que, a diferenciação na composição química e mineralógica do basalto, cuja resistência à alteração poderia gerar formações superficiais com resistência diferencial à erosão. Este fato deve ser levado em conta, porém, acreditamos não ser significativo para poder explicar a assimetria no desenvolvimento da rede de drenagem.

Assim, o controle mais significativo, que parece ter originado a assimetria da rede de drenagem do Marrecas deve estar ligado ao controle das linhas estruturais e o possível

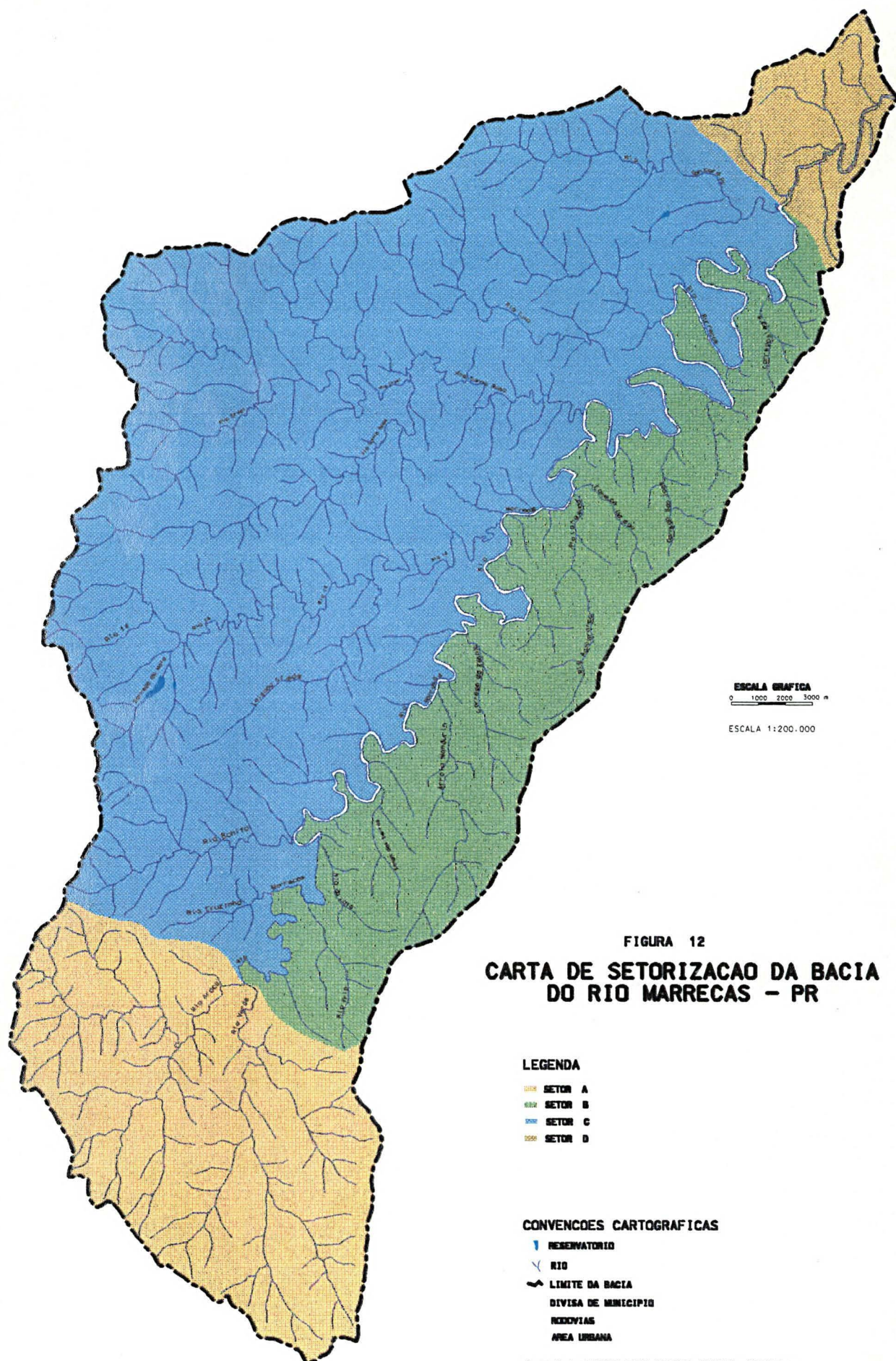
basculamento dos blocos. Observando-se a Carta Geológica da Bacia do Rio Marrecas (ver Figura 05 , p.27), percebe-se que o padrão de drenagem com o seu traçado de canais fluviais, sugere a existência de uma linha de falha ao longo do rio Marrecas e, a partir disto, as margens inclinaram-se diferenciadamente: a margem esquerda com uma inclinação mais suave e, a margem direita, com uma inclinação mais acentuada. Isso, teria resultado no comportamento morfométrico diferenciado, tendo como consequência, arranjo espacial anômalo da rede de canais, evidenciado pelo resultado dos parâmetros morfométricos.

Em função da diferenciação morfométrica da bacia do rio Marrecas , decidiu-se setorizá-la a partir dos critérios: geológicos e morfométricos da rede, chegando-se a delimitação de 04 setores (Figura 12) e QUADRO 24.

QUADRO 24 - SETORIZAÇÃO DA BACIA DO RIO MARRECAS

SETORES	ÁREA		%	ABRANGÊNCIA
	Km ²	ha		
A	151,69	15.169	18.13	Nascentes
B	480,91	48.091	57.49	Margem Esquerda
C	170,4	17.040	20.37	Margem Direita
D	33,5	3.350	04.01	Foz
TOTAL	836,50	83.650	100.00	

O Setor A compreende a porção das nascentes do rio Marrecas: rio Araça e rio Verde, com altitudes que variam de 660 metros na foz do rio Verde à 930 metros de altitude. O limite



Fonte: Cortes M12861/1/2/3/4, M12849/4, M12850/3 e M12862/1 do Ministério da Exército, escala 1:50.000.

Organização: Produção por Eliane R. Ferrerri
Orientação: Prof. Dr. Waldy E. Canelli
Desenho: Irani dos Santos
Data: maio/1998

deste setor corresponde aos limites externos das microbacias dos rios Araça e Verde. A área é de 15.619 ha (151,69 Km²), representando 18,13% da bacia do rio Marrecas.

O Setor B compreende a margem esquerda, englobando as microbacias dos rios Cruzinha, Bonito, Sem Nome I, Quatorze, Santa Rosa, Tuna e Concórdia, tendo como limite o rio Marrecas e o limite externo da microbacia do rio Concórdia. A altitude varia entre 480 metros na foz do rio Concórdia e 948 metros, altitude máxima da bacia do rio Marrecas, localizando-se na microbacia do rio Santa Rosa. A área é de 48.091 ha (480,91 Km²), correspondendo a 57,49% da bacia. Do total do setor 2,5 Km² (0,6 %) corresponde a área urbana de Francisco Beltrão.

O setor C compreende a margem direita do rio Marrecas, abrangendo as microbacias dos rios: Frio, Lata, Sanga dos Serpas, Arroio Mandurim, Córrego da Escola, Água Branca, Urutago, São José, Sem Nome IV e Córrego Alegre. A altitude varia entre 480 metros, foz do Córrego Alegre e 811 metros na microbacia do rio Lata. O limite do setor é o rio Marrecas e a divisa da microbacia do Córrego Alegre. A área é de 17.040 ha (170,4 Km²), representando 20,37% do total da bacia. Do total do setor, 470 ha (4,7 Km² – 2,8%) corresponde a área urbana de Francisco Beltrão.

O Setor D compreende a área da foz do rio Marrecas, englobando as microbacias dos rios Sem Nome II e Sem Nome III. A altitude varia entre 480 metros na foz do rio Marrecas e 739 metros na microbacia do rio Sem Nome II. A área é de 3.350 ha (33,5 Km²), correspondendo à 04,01 % do total da bacia do rio Marrecas.

4.2 - COBERTURA VEGETAL ORIGINAL - PARÂMETRO CO

A cobertura vegetal original encontra-se totalmente descaracterizada na área em estudo. Já na década de 60, início da colonização da região, a vegetação original encontrava-se alterada.

Quando retira-se a cobertura vegetal original e, abandona-se a área, a recuperação desta área dependerá do tipo de solo e do tempo em que a referida área ficará em abandono.

Inicialmente, a capoeirinha invade as áreas de cultivo abandonadas e, a vegetação rasteira predomina. Desenvolvendo-se, dá lugar à capoeira, surgindo as primeiras árvores com 4 a 5 metros de altura, como a tupixaba branca (*Baccharis elaeagnoides*) e a tupixaba preta (*Symphiopappus com pressus*). É neste estágio que a capoeira tem importância de acúmulo de água e proteção das nascentes dos rios. Assim, o estágio mais avançado é o capoeirão, onde predominam espécies de mata secundária, como o cedro branco (*Cedrela fissilis*), canela (*Ocotea puberoba* e *Nectandra megapota mica*), jacarandá (*Dalbergia? Variabilis*) e, muitas outras espécies (MAACK, 1981).

Analisando o QUADRO 13 (p. 77), percebe-se que a modificação foi extremamente significativa pois, num período de 47 anos, a cobertura vegetal original foi tão devastada, que representa atualmente apenas 12,45% da área da bacia em estudo. Deve-se lembrar que, a mata considerada neste estudo, inclui a vegetação primária descaracterizada ou não.

Para a determinação deste parâmetro, seguiu-se a mesma classificação proposta por BELTRAME (1990) e apresentada no QUADRO 15 (p. 95)e, ressalta-se que, o grau de semelhança atribuído refere-se à densidade da cobertura vegetal, e não a semelhança botânica entre as espécies originais e atuais.

Quantificou-se a área atualmente coberta por mata em cada um dos setores da bacia, a partir da Carta do Uso do Solo (1992) da Bacia do Rio Marrecas (Figura 11, p.76). Para a quantificação utilizou-se papel milimetrado e, posteriormente, conferido no *software MicroStation*. Com a área determinou-se a proporção ocupada atualmente pela mesma.

No QUADRO 25, apresenta-se o grau de semelhança entre a cobertura vegetal atual com a original, nos setores A, B, C e D.

QUADRO 25 - PARÂMETRO CO POR SETOR - BACIA DO RIO MARRECAS.

SETOR	ÁREA MATA (ha)	% NO SETOR	ÍNDICE	NÍVEL DE SEMELHANÇA
A	3.000	20.0	CO ₅	Nenhuma Semelhança
B	3.020	06.3	CO ₅	Nenhuma Semelhança
C	4.075	23.9	CO ₄	Baixa Semelhança
D	320	09.6	CO ₅	Nenhuma Semelhança
TOTAL	10.415			

Em função da alta correlação com o próximo parâmetro, antes de proceder-se a análise da semelhança da cobertura vegetal atual com a original, será apresentado o grau de proteção da cobertura vegetal ao solo.

4.3 - PROTEÇÃO DA COBERTURA VEGETAL ATUAL AO SOLO -

PARÂMETRO CA

A cobertura vegetal é o “escudo”, isto é, a defesa natural da superfície contra os processos erosivos. Para BERTONI & LOMBARDI NETO (1990, p.59),

O efeito da vegetação pode ser assim numerada:

- a) – proteção direta contra o impacto das gotas da chuva;*
- b) – dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo;*
- c) – decomposição das raízes das plantas que, formando canaliculos no solo, aumentam a infiltração da água;*
- d) – melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água;*
- e) – diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície.”*

É claro que a erosão não é igual para todos os tipos de solo. Mas, a vegetação tem grande importância pois, quando a gota da chuva é interceptada pela vegetação, ela subdivide-se em inúmeras gotinhas menores, o que diminui sua força de impacto no solo. Quando a superfície está “descoberta”, o impacto da gota da chuva no solo faz com que partículas do solo desprendam-se, o que facilita a sua remoção.

BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), apresentam dados experimentais de perda de solo em diferentes usos do solo, obtidos pelo Instituto Agrônomo de Campinas. Para uma área com cobertura vegetal de mata, a perda média por arrastamento é de 0,04 t/ha de solo. Para pastagem, de 0,4 t/ha; para cafezal, de 0,9 t/ha e para algodão, 26,6 t/ha. A perda é significativa e indica a necessidade de se planejar o uso do solo, visando a recuperação deste.

Estes autores, também apresentam quantidades de perda de solo por erosão para diferentes tipos de culturas. Tendo por base as culturas mais importantes na bacia do rio Marrecas (indicadas no item 2.7) e que, a base da informação que é de 1.300 mm de chuva e declive entre 8,5 e 12,8 %, é muito próxima à realidade da bacia, mencionaremos os índices:

- * - feijão: perda de 38,1 t/ha de solo;
- * - mandioca: perda de 33,9 t/ha de solo;
- * - soja: perda de 20,1 t/ha de solo;
- * - batatinha: perda de 18,4 t/ha de solo;
- * - cana-de-açúcar; perda de 12,4 t/ha de solo;
- * - milho: perda de 12,0 t/ha de solo.

Esclarece-se que, estas perdas não se referem a área em estudo mas, representa um dado que deve-se levar em consideração pois, a maioria das vezes, pensa-se numa alta produtividade agrícola a qualquer custo e não leva-se em conta as características do solo e, estas diante da declividade diferenciada. Esta atitude leva ao esgotamento e a perda do solo.

Para GUERRA (In: GUERRA & CUNHA, 1995, p.161), *“a densidade da cobertura vegetal é fator importante na remoção de sedimentos, no escoamento superficial e na perda do solo. O tipo e percentagem de cobertura vegetal pode reduzir os efeitos dos fatores erosivos naturais.”*

As classes de uso do solo determinadas na bacia do rio Marrecas, foram definidas a partir da identificação nas cartas topográficas, detalhadas com interpretação de fotografias aéreas de 1980, e atualizadas com imagem multiespectral do satélite LANDSAT TM-5, de 1992.

No QUADRO 26, apresenta-se as diferentes classes de solo por setores e para a bacia do rio Marrecas.

QUADRO 26 - USO DO SOLO NOS SETORES E NA BACIA DO RIO MARRECAS EM 1992.

COBERTURA	SETOR A		SETOR B		SETOR C		SETOR D		BACIA	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Agricultura	9.739	36.8	38.266	79.4	10.325	60.6	3.030	90.4	61.320	73.39
Mata	3.000	20.0	3.020	06.3	4.075	23.9	320	09.6	10.415	12.45
Capoeira, capoeirinha e ervas	2.100	14.0	4.675	09.7	1.830	10.7	-	-	8.605	10.30
Mata secundária e capoeirão	330	02.2	1.920	04.0	340	02.0	-	-	2.509	03.00
Área urbana	-	-	250	0.6	470	02.8	-	-	720	00.86
TOTAL	15.169	100.00	48.091	100.00	17.040	100.00	3.30	100.00	83.650	100.00

A classe agricultura abrange áreas cobertas por culturas, tanto temporárias como perenes. Ocupa a maior parte da bacia, 73,39%, sendo que o maior percentual é no setor D, onde corresponde a 90,4% do setor. Nos setores A, B e C, representa 63,8%, 79,4% e 60,6%, respectivamente.

A classe mata corresponde a vegetação mais densa, incluindo-se a vegetação primária descaracterizada ou não. Ocupa 12,45% da área total da bacia e, 20,2%, 06,3%, 23,9% e 9,6% dos setores A, B, C e D, respectivamente.

A classe capoeira, capoeirinha e ervas, corresponde ao revestimento de gramíneas e vegetação de pequeno porte que apresentam-se em repouso ou estão em abandono. Ocupa 10,30% da área da bacia e, 14,0%, 9,7% e 10,7% nos setores A, B e C, respectivamente. Não encontra-se presente no setor D.

A classe mata secundária e capoeirão, representam estágio de regeneração mais avançado que a classe citada anteriormente. Formações graminóides e vegetação secundária,

decorrentes da vegetação vegetal primária, ou pela substituição, ou das culturas deficitárias em solos fracos ou da vegetação primária destruída seguida ou não de rápida utilização agrícola. Ocupa 03,33% da área total da bacia e, 2,2%, 4,0% e 02,0% dos setores A, B e C, respectivamente. Não está presente no setor D.

A classe área urbana ocupa 00,86% da área da bacia, estando presente apenas nos setores B e C, representando, 00,6% e 02,8%, respectivamente.

Estabeleceu-se uma classificação para avaliar a proteção fornecida ao solo pela cobertura vegetal atual (Quadro 27), tendo por base a metodologia venezuelana (ver Quadro 16, p.97), apresentada anteriormente.

QUADRO 27 - CLASSIFICAÇÃO DA PROTEÇÃO FORNECIDA AO SOLO PELA COBERTURA VEGETAL AO SOLO - RESUMO DO QUADRO 16.

COBERTURA	ÍNDICE DE PROTEÇÃO
Mata	1.0
Mata Secundária e Capoeirão	0.8
Capoeira, Capoeirinha e Ervas	0.6
Agricultura	0.3

Fonte: HIDALGO (1990, p.18)

Para obtenção do índice de proteção fornecido ao solo pela cobertura vegetal atual de cada setor, é necessário:

- a) – calcular a área de cada tipo de cobertura vegetal (utilizou-se papel milimetrado e, conferiu-se, no *software MicroStation*). Assim, determinou-se os valores da coluna (1) do QUADRO 28;
- b) – na coluna (2), colocou-se os respectivos índices de proteção de cada tipo de cobertura vegetal existente no setor, de acordo com o QUADRO 27;
- c) – a coluna (3) é produto da coluna (1) pela (2);
- d) – para cada setor, somou-se os valores das colunas (1) e (3);
- e) – para cada setor, dividiu-se o valor da somatória das colunas (3) pela coluna (1) para obter o índice de proteção total.

Obtido o índice de proteção total por setores, associou-se ao QUADRO 17 (p.98), apresentado anteriormente, chegando-se ao símbolo correspondente apresentado no QUADRO 29.

QUADRO 28 - ÍNDICE DE PROTEÇÃO FORNECIDO AO SOLO PELA COBERTURA VEGETAL DOS SETORES A, B, C e D NA BACIA DO RIO MARRECAS

SETOR	COBERTURA	(1) ÁREA ha	(2) ÍNDICE DE PROTEÇÃO	(3) SUPERFÍCIE REDUZIDA	ÍNDICE DE PROTEÇÃO TOTAL DO SETOR
A	Agricultura	9.739	0.3	2.921,7	
	Mata	3.000	1.0	3.000	
	Capoeira capoeirinha ervas	2.100	0.6	1.260	
	Mata secundária e capoeirão	330	0.8	264	
	TOTAL	15.169		7.445,7	0.49
B	Agricultura	38.226,025	0.3	11.467,808	
	Mata	3.020	1.0	3.020	
	Capoeira capoeirinha ervas	4.675	0.6	2.805	
	Mata secundária e capoeirão	1.920	0.8	1.536	
	TOTAL	47.841,025		18.828,808	0.39
C	Agricultura	10.325	0.3	3.097,5	
	Mata	4.075	1.0	4.075	
	Capoeira capoeirinha ervas	1.830	0.6	1.098	
	Mata secundária e capoeirão	340	0.8	272	
	TOTAL	16.570		8.542,5	0.52
D	Agricultura	3.030	0.3	909	
	Mata	320	1.0	320	
	Capoeira capoeirinha ervas	-	-	-	
	Mata secundária e capoeirão	-	-	-	
	TOTAL	3.350		1.229	0.37

OBSERVAÇÃO: a classe “área urbana”, não foi considerada.

QUADRO 29 - PARÂMETRO CA POR SETOR - BACIA DO RIO MARRECHAS

SETOR	ÍNDICE DE PROTEÇÃO	SÍMBOLO
A	0.49	CA ₄
B	0.39	CA ₅
C	0.52	CA ₄
D	0.37	CA ₅

4.4 - DECLIVIDADE MÉDIA - PARÂMETRO DM

Este parâmetro caracteriza o relevo dos setores da bacia. Para isso, procedeu-se da seguinte maneira:

- determinou-se a área de cada setor da bacia com papel milimetrado e, posteriormente, conferiu-se no *software MicroStation*;
- no *software MicroStation* determinou-se a longitude total das curvas de nível de cada setor. Esta medição pode ser feita com o auxílio de um curvímetro, sendo que deve-se proceder, no mínimo, duas medições, fazendo-se a média aritmética para obter-se o resultado.

Conhecendo-se a equidistância entre as curvas de nível, que é de 20 metros, aplicou-se a seguinte expressão:

$$DM = \frac{L.C.N. \times E}{A}$$

Onde, DM - declividade média;
 L.C.N. - longitude das curvas de nível (por setores);
 E - equidistância entre as curvas de nível;
 A - área dos setores.

Com base nas classes de declividade definida pela EMBRAPA (1984), a utilizada por BELTRAME (1990, p.126) e por BIGARELLA & MAZUCHOWSKI (1985, p.227), elaborou-se o QUADRO 30.

QUADRO 30 - CLASSES DE DECLIVIDADE, ÍNDICES E SÍMBOLOS UTILIZADOS NO DFC DA BACIA DO RIO MARRECAS.

DECLIVIDADE	RELEVO	SÍMBOLO E SUBÍNDICE
A (0 – 3%)	Plano	DM ₁
B (3 – 8%)	Suave ondulado	DM ₂
C (8 – 25%)	Ondulado	DM ₃
D (25 – 45%)	Forte ondulado	DM ₄
E (acima de 45%)	Montanhoso à escarpado	DM ₅

Portanto, as declividades médias encontradas para cada setor da bacia foram classificadas de acordo com o QUADRO 30, obtendo-se os resultados apresentados no QUADRO 31.

QUADRO 31 - PARÂMETRO DM POR SETOR - BACIA DO RIO MARRECAS

SETOR	L.C.N (Km)	E m	A (Km ²)	DM %	RELEVO	SÍMBOLO
A	589,7	20	151,69	77.8	Montanhoso à escarpado	DM ₅
B	1.803,0	20	480,91	75.0	Montanhoso à escarpado	DM ₅
C	663,0	20	170,4	77.8	Montanhoso à escarpado	DM ₅
D	126,5	20	33,5	75.5	Montanhoso à escarpado	DM ₅

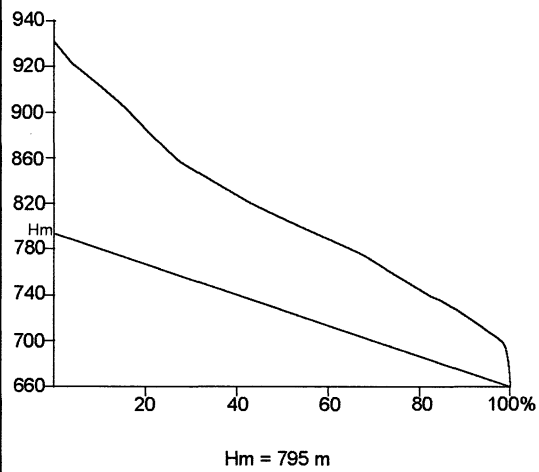
A Carta Clinográfica da Bacia do Rio Marrecas (Figura 08 , p.57) auxilia uma melhor visualização dos resultados, embora as médias dos setores correspondam à mesma classe (montanhoso à escarpado), a distribuição das unidades não são iguais. Para uma caracterização, elaborou-se as curvas hipsográficas dos setores (Gráfico 01).

No ANEXO 03, apresenta-se os procedimentos do cálculo das respectivas curvas hipsométricas e da integral hipsométrica.

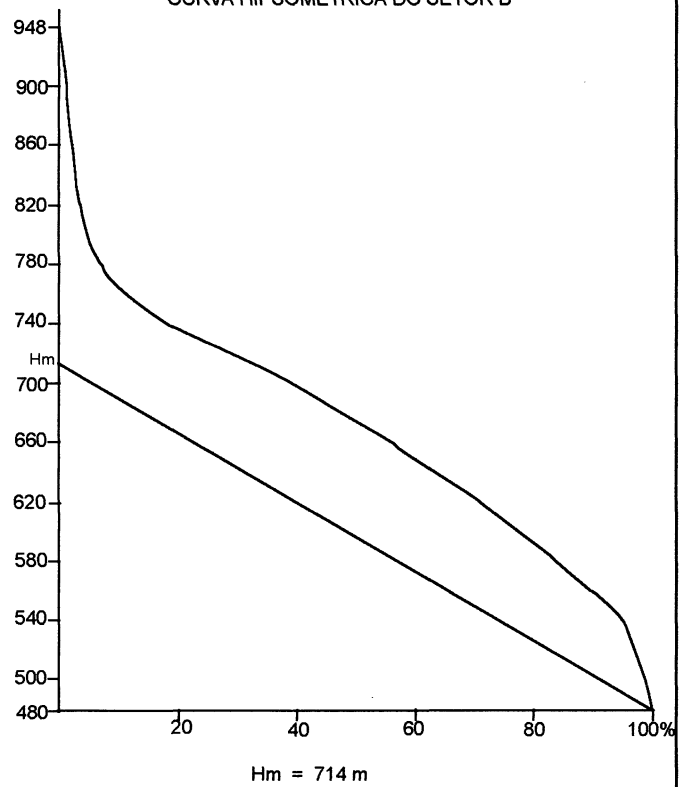
No QUADRO 32 estão representados os seguintes parâmetros morfométricos: altura média, integral hipsométrica, coeficiente de massividade, coeficiente orográfico, relação de relevo, índice de rugosidade e textura topográfica.

CURVAS HIPSONÉTRICAS DOS SETORES DA BACIA DO RIO MARREAS

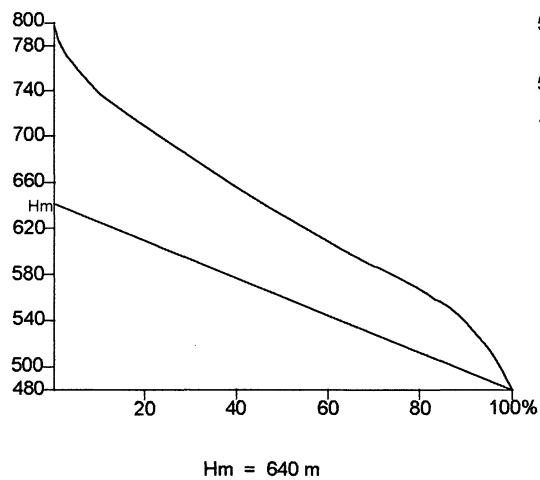
CURVA HIPSONÉTRICA DO SETOR A



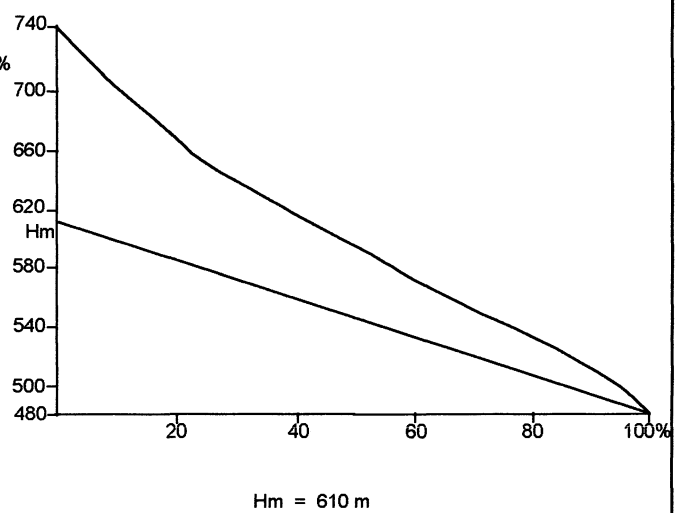
CURVA HIPSONÉTRICA DO SETOR B



CURVA HIPSONÉTRICA DO SETOR C



CURVA HIPSONÉTRICA DO SETOR D



QUADRO 32 - PARÂMETROS DE ANÁLISE HIPSOMÉTRICA DOS SETORES A, B, C e D DA BACIA DO RIO MARRECAS

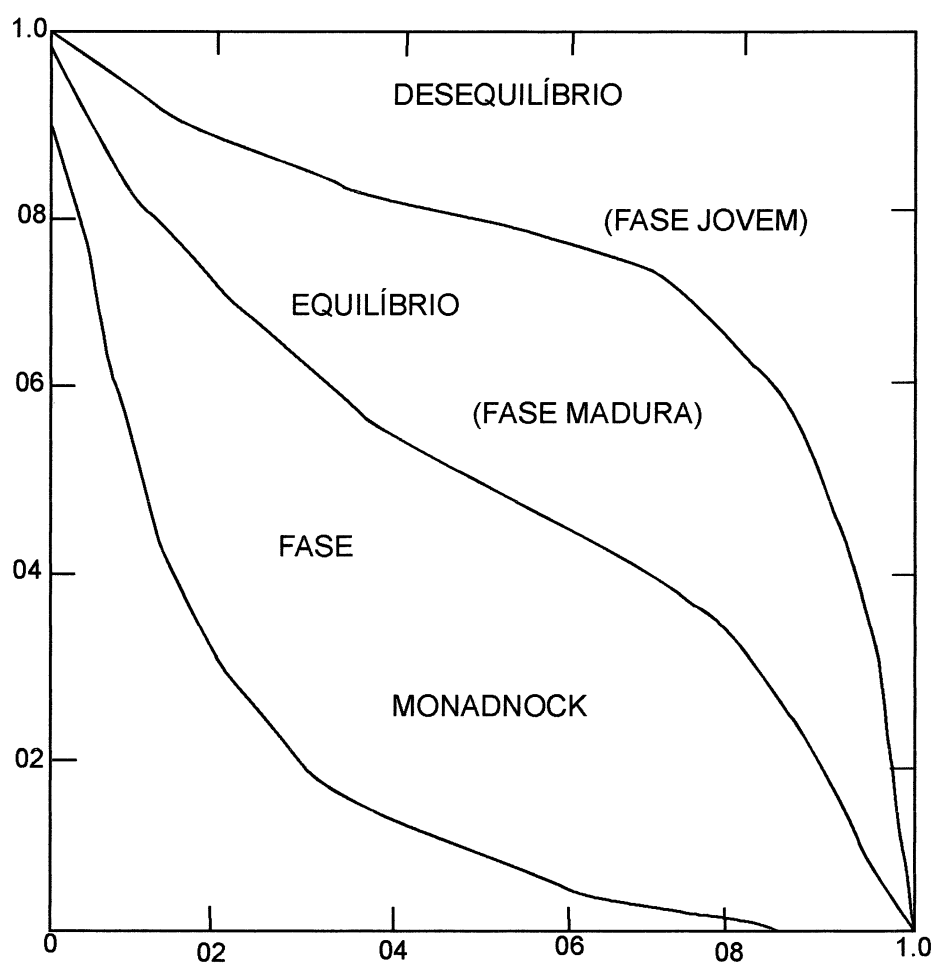
PARÂMETROS	SETORES			
	A	B	C	D
Área (Km ²)	151,69	480,91	170,4	33,50
Altitudes: máxima	930	948	811	739
(m) mínima	660	480	480	480
amplitude	270	468	331	259
Altura Média (m)	169,02	184,86	192,31	186,22
Integral Hipsométrica	0.626	0.395	0.581	0.719
C. Massividade	0.626	0.395	0.581	0.719
C. Orográfico	106.14	73.02	111.73	133.89
R. Relevo (Rr)	71.88	82.56	131.63	127.82
I. Rugosidade (Ir)	307.76	379.05	210.77	187.83
T. Topográfica(Tt)	2.013,5	2.094,3	1.775,9	1.421,0

Para VIEIRA (1978, p.42), as curvas hipsométricas apresentam a distribuição de um volume rochoso desde as partes mais baixas até as mais altas e, tem-se como unidade de referência, um sólido com limites laterais pela projeção vertical do perímetro da bacia, no topo e na base por planos paralelo, que atravessam o cume e a foz.

A curva hipsométrica não representa dimensões, pois não aplica-se absolutas mas, parâmetros relativos, o que nos permite comparar estágios relativos à erosão com tamanhos e topografias diferentes através do tempo, com referência ao presumido bloco original e estável.

No GRÁFICO 02, apresenta-se as curvas características do ciclo de erosão (VIEIRA, 1978, p.43), onde visualiza-se a fase jovem (desequilíbrio), a fase madura (equilíbrio) e a fase *monadnock*.

GRÁFICO 02 - **CURVAS CARACTERÍSTICAS DO CICLO DE EROSÃO**



FONTE: VIEIRA, 1978, p.43.

Comparando-se as curvas hipsométricas dos setores representadas no GRÁFICO 01, com o GRÁFICO 02, percebe-se que os setores A e C encaixam-se na fase madura (equilíbrio). O setor D, já estaria mais próximo ao limite desta fase com a fase de *monadnock* mas, ainda em equilíbrio. O setor B, representaria as fases iniciais da fase *monadnock*, o que indica um processo erosivo mais acentuado.

O QUADRO 32, apresenta os parâmetros de análise hipsométrica por setor, e a seguir a explicação de cada um:

Integral Hipsométrica: deriva da curva hipsométrica, que é a representação gráfica do relevo médio de uma bacia, representando o estudo da variação da elevação dos vários terrenos da bacia com referência ao nível médio do mar (VILLELA & MATTOS, 1975, p.19). Para o cálculo da área entre as curvas de nível, utilizou-se papel milimetrado e, conferiu-se no *software MicroStation* (ver Anexo 03). Sabendo-se a altura e a área de cada faixa altitudinal, calcula-se o volume. A soma de todos indica o volume rochoso ainda existente, representando a integral hipsométrica (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.118).

Altura Média: conhecendo-se a integral hipsométrica e a amplitude altimétrica, através de uma simples regra de três calcula-se a altura média:

$$\frac{\text{Amplitude altimétrica}}{\text{Altura Média}} \quad \times \quad \frac{100}{\text{Integral Hipsométrica}}$$

Segundo LLANO & CRIADO *apud* BELTRAME (1990, p.80), a altura média caracteriza o relevo mas, não é suficiente para representar os efeitos da erosão. Pode existir bacias com relevo e fenômenos erosivos distintos, mas que possuem igual altura média. Os autores citam, então, o coeficiente de massividade, como índice capaz de diferenciar melhor as bacias com a mesma altura média.

Coeficiente de Massividade: resulta da divisão da altura média de uma bacia pela sua superfície em proporção horizontal. O resultado não poderá ser superior a 1,0. Aumenta com a

altura média da bacia ou quando a superfície em projeção horizontal diminui. Os valores são muito altos para bacias pequenas com grandes desníveis e, muito pequenos para grandes bacias com relevo pouco movimentado.

Na bacia do rio Marrecas, o setor B (margem esquerda) apresenta o menor valores deste coeficiente, representando o maior setor com os canais mais longos, indicando relevo menos movimentado em relação aos demais setores. O setor D (fz) é o menor setor e apresenta o coeficiente mais alto, representando um desnível mais significativo que os demais setores.

Coeficiente Orográfico: calculado através da fórmula (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.119):

$$\text{Coeficiente Orográfico} = H\bar{V} \times Tg_a$$

Onde, $H\bar{V}$ representa a altura média e tg_a é o valor do coeficiente de massividade.

Na bacia do rio Marrecas, os setores C e D apresentam orografia bem mais acentuada que os setores A e B, embora estejam enquadrados dentro de uma mesma classe quanto a declividade média (montanhoso à escarpado).

Relação de Relevo: relação entre a amplitude altimétrica máxima e a maior extensão da bacia, medida paralelamente ao rio principal. Obtida através de:

$$Rr = Hm/Lb$$

Onde, Rr é a relação do relevo; Hm é a amplitude topográfica máxima e Lb é o comprimento da bacia.

Na bacia do rio Marrecas, os índices mais altos ocorrem nos setores C e D.

Índice de Rugosidade: combina a declividade e comprimento das vertentes com a drenagem. Calcula-se através da fórmula;

$$Ir = H \times Dd$$

Onde, Ir é o índice de rugosidade; H é a amplitude altimétrica e Dd é a densidade de drenagem.

Quando o resultado for alto, indica vertentes íngremes e longas mas, pode acontecer áreas com alta densidade de drenagem e baixa amplitude altimétrica, serem tão rugosas quanto áreas com baixa Dd e alta amplitude altimétrica. Para PATTON & BAKER segundo CHRISTOFOLETTI (1980, p. 121), áreas potencialmente assoladas por cheias relâmpagos são possuidoras de altos índices de rugosidade, incorporando a fina textura de drenagem, com o comprimento mínimo do escoamento superficial em vertentes íngremes e altos valores dos gradientes de canais.

O valor mais alto deste índice ocorre no setor B, caracterizando um trabalho erosivo mais significativo ao longo da evolução da bacia pois, possivelmente, foi influenciado pela inclinação mais suave das camadas, onde os rios são mais longos, de baixa angularidade, pois escoam no mesmo sentido das camadas. O índice mais baixo ocorre no setor D.

Textura Topográfica: representa numericamente o grau de entalhamento topográfico realizado pelos rios, sendo de importância fundamental no estudo da dissecação do relevo. Calcula-se a partir de:

$$\text{Log Tt} = 0.219649 + 1.115 \log \text{Dd}$$

Onde, Tt é a textura topográfica e Dd é a densidade de drenagem.

Na bacia do rio Marrecas, os setores A e B apresentam os índices mais altos.

De uma maneira geral, os setores A e B apresentam resultados que indicam processos erosivos mais acentuados, quer seja pela comparação entre os Gráficos 01 e 02, quer seja pelos resultados dos índices descritos, destacando-se o Índice de Rugosidade e a Textura Topográfica. Mas, tendo-se por base o índice de Relação de Relevo, os resultados apontam os

setores C e D, como os com mais energia de erosão. Possivelmente, isso poderá ser explicado pelo fato do eixo das microbacias serem menores e a amplitude altimétrica ser significativa.

Apesar da discordância dos resultados entre o índice de relação de Relevo com os demais índices, os setores A e B da bacia do rio Marrecas apresentam processos erosivos mais acentuados.

4.5 - EROSIVIDADE DA CHUVA - PARÂMETRO E

A chuva exerce ação erosiva sobre a superfície terrestre devido ao impacto das gotas que caem com energia e velocidade, conforme seu diâmetro e velocidade da enxurrada.

A chuva é um dos fatores de maior importância na degradação ambiental. Para BERTONI & LOMBARDI NETO (1990, p.46), *“no que se refere a erosão do solo, a unidade deve ser chuva, definida como a quantidade que cai em forma contínua em um período mais longo, individualizada através de suas características de intensidade, duração e frequência.”*

As gotas da chuva possuem diâmetro variável e deformam-se durante a queda, devido a resistência do ar e a pressão.

BERTONI & LOMBARDI NETO (1990, p.46), explicam que:

“as gotas de chuva que golpeiam o solo são um agente que contribui para o processo erosivo pelo menos por 3 formas:

- a) – desprendem partículas de solo no local que sofre o impacto;*
- b) - transportam, por salpicamento, as partículas desprendidas;*
- c) – imprimem energia, em forma de turbulência, à água superficial.”*

Para estes autores, é necessário evitar ao máximo o desprendimento das partículas para evitar-se os danos causados pelo impacto das gotas da chuva no solo.

Quando atingem o solo, rompem os grânulos e torrões, fracionando-os, diminuindo a capacidade de infiltração de água do solo. E, quando a área está desprotegida (ou com proteção inadequada) e com declive, as partículas desprendidas irão movimentar-se para baixo; *“a força de milhões de gotas durante uma chuva intensa em um terreno cultivado resulta em apreciável movimento do solo nas áreas morro abaixo* (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990, p.75).

Para determinar-se a erosividade da chuva em cada setor da bacia do rio Marrecas, inicialmente definiu-se a estação pluviométrica de maior influência. Aplicou-se o procedimento dos “polígonos de Thiesen” para determinar-se a precipitação média dos setores e/ou da bacia.

Das estações pluviométricas próximas (Pato Branco, Planalto, Clevelândia e Quedas do Iguaçu) e dentro da bacia (Francisco Beltrão), a que possui maior influência na bacia é a Estação Pluviométrica de Francisco Beltrão (código 02653012 - SIMEPAR).

Considerou-se a equação desenvolvida por BERTONI & MOLDENHAUER (in: BELTRAME, 1990, p.128) e, com os dados da estação predominante, avaliou-se o potencial erosivo da chuva a partir da equação, onde a unidade é toneladas de solo por hectare por milímetros de chuva por hora:

$$E = 6,886 (r^2/P)^{0,85}$$

Onde, E – média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h);

r - precipitação média mensal em mm;

P - precipitação média anual em mm.

Para efeito de análise, considerou-se o ano de 1996 como base de cálculo, onde extraiu-se a erosividade média anual dos setores referente a este ano. Mas, para uma maior compreensão, calculou-se a erosividade para o período compreendido de 1973 a 1996, o que está representado no QUADRO 33.

**QUADRO 33 - EROSIVIDADE DA CHUVA NA BACIA DO RIO MARRECAS
NO PERÍODO DE 1973 A 1996.**

MESES	EROSIVIDADE (t/ha.mm.h) 1973 A 1996	EROSIVIDADE (t/ha.mm/h) 1996
Janeiro	71,38	156,98
Fevereiro	72,01	223,18
Março	45,84	153,05
Abril	55,84	1143
Maio	81,73	06,41
Junho	59,05	80,35
Julho	49,82	40,48
Agosto	37,31	21,76
Setembro	60,14	101,75
Outubro	108,33	312,02
Novembro	81,58	57,17
Dezembro	56,90	-
TOTAL	779,93	1.164,58

O resultado indica que a erosividade da chuva de 1996 é mais alta que a do período de 1973/1996. Para o período de 73/96, os meses de maior representatividade são outubro e maio, que apresentam os maiores índices desse período, 108,33 e 81,73 t/ha.mm/h, respectivamente. Para o ano de 1996, os meses de outubro e fevereiro são os mais representativos, com 312,02 e 223,18 t/ha.mm/h, respectivamente.

Com base em dados de precipitação anual e mensal para o Estado do Paraná, elaborou-se uma classificação dos índices de erosividade. Para isso, utilizou-se dados das estações

pluviométricas paranaenses, onde verificou-se a mais baixa precipitação anual e a mais alta precipitação anual para o ano de 1996 (SIMEPAR). Portanto, a Estação Pluviométrica de Cambará, com 1.078,3 mm de precipitação média anual registrou o mais baixo índice e, a Estação Pluviométrica de Antonina, com 3.132,8 mm de precipitação anual registrou o mais alto índice (ver Anexo 04).

A partir destes dados, calculou-se a média anual dos índices de erosividade para Antonina, com 1.396,54 t/ha.mm/h e, para Cambará, com 672,49 t/ha.mm/h. E, finalmente, definiu-se a classificação apresentada no QUADRO 34.

QUADRO 34 - CLASSIFICAÇÃO DOS ÍNDICES DE EROSIVIDADE DA CHUVA PARA O ESTADO DO PARANÁ EM 1996.

ÍNDICE (T/HA.MM/H)	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO E SUBÍNDICE
Menor 672,49	Erosividade débil	E ₁
672,49 - 913,84	Erosividade média	E ₂
913,85 - 1.155,20	Erosividade forte	E ₃
1.115,21 - 1.396,54	Erosividade muito forte	E ₄
Acima 1.396,54	Erosividade excessiva	E ₅

A partir do cálculo da erosividade da bacia do rio Marrecas (Quadro 33) para o ano de 1996, obteve-se os índices de erosividade para os setores da bacia (Quadro 35).

QUADRO 35 - PARÂMETRO E POR SETOR - BACIA DO RIO MARREAS

SETOR	ÍNDICE (t/ha.mm/h)	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO E SUBÍNDICE
A	1.164,58	Erosividade muito forte	E ₄
B	1.164,58	Erosividade muito forte	E ₄
C	1.164,58	Erosividade muito forte	E ₄
D	1.164,58	Erosividade muito forte	E ₄

4.6 - POTENCIAL EROSIVO DOS SOLOS - PARÂMETRO PE

Para BERTONI & LOMBARDI NETO (1990, p.83), “as propriedades do solo que influenciam a erodibilidade pela água são as que afetam a velocidade de infiltração da água no solo, a permeabilidade e a capacidade de absorção da água; e aquelas que resistem à dispersão, ao salpicamento, à abrasão e às forças de transporte da chuva e enxurrada.”

A suscetibilidade do solo à erosão é a vulnerabilidade da sua resistência à erosão. Solo altamente suscetível, será mais erodido que um com menos suscetibilidade, se estiverem expostos a uma mesma precipitação.

BERTONI & LOMBARDI NETO (1990, p.85), estudaram 66 perfis de solo do Estado do São Paulo e concluíram que:

– os solos com B textural apresentam comportamento diferente daqueles com B latossólico em relação à erosão, tanto nos horizontes superficiais como nos de subsuperfície;

- *os solos com B textural são mais suscetíveis à erosão;*
- *com relação à erosão, o uso e manejo a serem adotados são distintos para os 2 agrupamentos de solos.*

Na bacia do rio Marrecas, os tipos de solos da classe Latossolo Roxo e Latossolo Bruno, apresentam B latossólico; a classe Terra Roxa Estruturada, apresenta B textural e, os Solos Litólicos, quando apresentam o horizonte B, este está em início de formação.

Assim, pode-se dizer que os solos pertencentes à classe Terra Roxa Estruturada, são mais suscetíveis à erosão que os Latossolos Roxo e Bruno pois, também são influenciados pelas características dos horizontes. Mas, os solos Litólicos, devido a pouca espessura apresentam suscetibilidade à erosão mais acentuadamente e, o potencial agrícola destes solos depende das condições ambientais, principalmente, da natureza do material de origem e do regime hídrico. Essa suscetibilidade à erosão é decorrente, em grande parte, da relação do material de origem resistente ao intemperismo, ou a topografias acidentadas, ou a superfícies jovens, que o tempo de atuação dos processos pedogenéticos não foi suficiente para uma intemperização mais profunda.

BERTONI & LOMBARDI NETO (*op. cit.*, p.85), lembram que a perda do solo em função da erosão também é influenciada, não só pelo próprio solo mas, pelo manejo que recebe. Exemplificam que um solo ocupado com cultura anual plantado morro abaixo em área de alta declividade, poderá perder cerca de 200 t/ha/ano e, se o mesmo solo for ocupado por pastagem bem manejada, a perda se restringe a alguns quilogramas por hectare.

Esta perda diferenciada de solo é muito mais significativa em função de diferentes usos e sistemas de manejo, do que a diferença de erosão de diferentes solos com a mesma técnica de manejo.

Portanto, deve-se levar em consideração as características dos solos, conhecer o comportamento destas diante da topografia e, principalmente, o profissional desta área deverá

saber qual o manejo mais adequado para aquele solo, naquela declividade e, qual o uso mais indicado. Assim, a degradação deste recurso natural será menor.

Para a determinação do potencial erosivo do solo - parâmetro PE, integrou-se as seguintes informações:

- - carta clinográfica;
- - carta pedológica;
- - geologia;
- - geomorfologia;
- - características físicas dos solos.

Para a caracterização das classes de potencial erosivo do solo, tomou-se por base a textura dos solos e o comportamento destes diante da declividade e geomorfologia.

A textura dos solos que compõem a bacia do rio Marrecas é muito argilosa, com mais de 60% de teor de argila para os tipos de Latossolo Roxo (LRd₃, LRd₄ e LRe₂) e Latossolo Bruno (LRe₁); textura argilosa, com o teor de argila variando entre 35 % e 60% , para os tipos de Terra Roxa Estruturada (TRe₂, TRe₃, TRd₁ e TRd₃) e Solos Litólicos (Re₁₁) (EMBRAPA, 1984 e ASSESSOAR).

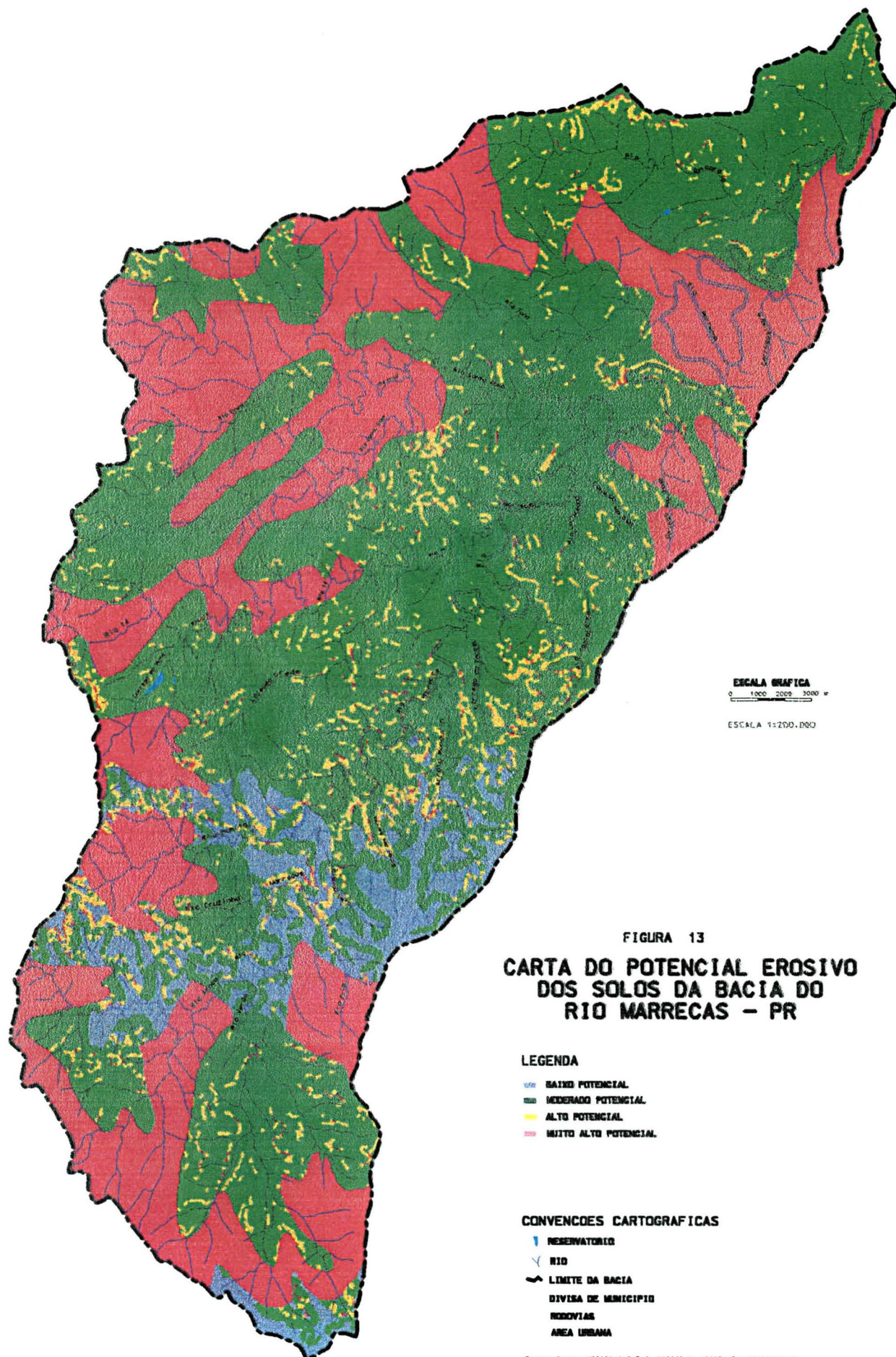
Com base nas classes de declividade adotada (vide item 2.4 – Geomorfologia, p.51) e nas características físicas dos solos (vide item 2.6 - Pedologia, p.64) e dados da ASSESSOAR, elaborou-se uma matriz, combinando-se as diferentes classes de informações (Quadro 36)

QUADRO 36 - MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO - DECLIVIDADE E TIPOS DE SOLO PARA A BACIA DO RIO MARRECCAS

DECLIVIDADE		SOLOS	
CLASSES	Nº IDENTIFICAÇÃO	TIPOS	Nº IDENTIFICAÇÃO
00 – 08%	1	LRa ₂	1
08 – 25%	2	LRd ₃	2
25 – 45%	3	LRd ₄	3
+ de 45%	4	LB ₁	4
		Tre ₂	5
		Tre ₅	6
		TRd ₃	7
		TRd ₁	8
		Re ₁₁	9

Utilizando-se o SIG *Idrisi for Windows*, cruzou-se a carta clinográfica e a carta pedológica da bacia do rio Marrecas, mantendo-se o maior valor do pixel entre estas informações. Neste cruzamento, a base para a inter-relação foi a matriz de identificação. Este cruzamento resultou na Carta do Potencial Erosivo dos Solos da Bacia do Rio Marrecas (Figura 13).

Os valores obtidos com este cruzamento, foram as classes de potencial erosivo dos solos para a bacia do rio Marrecas (Quadro 37).



ESCALA GRAFICA
0 1000 2000 3000 m

ESCALA 1:200.000

FIGURA 13
**CARTA DO POTENCIAL EROSIVO
DOS SOLOS DA BACIA DO
RIO MARRECAS - PR**

LEGENDA

- BAIXO POTENCIAL
- MODERADO POTENCIAL
- ALTO POTENCIAL
- MUITO ALTO POTENCIAL

CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS

- RESERVAÇÃO
- RIO
- LIMITE DA BACIA
- DIVISA DE MUNICÍPIO
- RODOVIAS
- ÁREA URBANA

Fonte: Cartas M2861/1/2/3/4, M2849/4, M2850/3 e M2862/1 do
Ministério do Exército, escala 1:50.000.

Organização: Produzido por Eliane R. Farretti;
Orientação: Prof. Dr. Naldy E. Canali;
Desenho: Irani dos Santos;
Data: maio/1998

QUADRO 37 - MATRIZ DE INTEGRAÇÃO ENTRE OS SUBÍNDICES DE DECLIVIDADE E SUSCETIBILIDADE DOS SOLOS À EROSÃO PARA A BACIA DO RIO MARRECCAS

CLASSES	POTENCIAL EROSIVO	CRUZAMENTO INFORMAÇÕES: DECLIVIDADE E SOLOS*
1	Baixo	1.2 ; 1.4 ; 1.7
2	Moderado	2.1 ; 2.3 ; 2.5 ; 2.6 ; 2.8
3	Alto	3.1 ; 3.2 ; 3.3 ; 3.4 ; 3.5 ; 3.6 ; 3.7 ; 3.8 ; 3.9
4	Muito alto	4.1 ; 4.2 ; 4.3 ; 4.4 ; 4.5 ; 4.6 ; 4.7 ; 4.8 ; 4.9

OBSERVAÇÃO: * primeiro dígito: declividade

segundo dígito: tipo de solo

A distribuição da participação das classes de potencial erosivo dos solos por setor e na bacia do rio Marrecas está representado no QUADRO 38.

Segue uma descrição mais detalhada das classes de potencial erosivo dos solos:

Classe 1 – Solos com baixo potencial erosivo dos solos: áreas com relevo ondulado, com predomínio de declive acima de 8%, com pequenas inclusões de áreas com declive acima de 8%. Ocorrem apenas nos setores A (1.100 ha), B (1.700 ha) e C (2.200 ha), estando próximos aos vales fluviais e nos topos arredondados, representando 06,03% (5.00 ha) do total da bacia do rio Marrecas). Os solos apresentam baixo potencial erosivo e são do tipo TRd₃, LBa₁ e LRd₃, com boa permeabilidade, possibilitando o emprego de máquinas agrícola, em função da baixa declividade. Eventual erosão poderá ser controlada por práticas simples de manejo (cultivo em curvas de nível, cordões de vegetação, rotação de culturas, etc.). Sem práticas

QUADRO 38 - POTENCIAL EROSIVO DOS SOLOS NOS SETORES E NA BACIA DO RIO MARRECCAS

CLASSE	SETOR A		SETOR B		SETOR C		SETOR D		BACIA	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1 – Baixo	1.100	07.25	1.700	03.55	2.200	13.30	-	-	5.00	06.03
2 – Moderado	4.500	29.67	31.005	64.81	8.864	53.59	2.000	59.70	43.369	55.93
3 – Alto	890	05.86	1.536	03.21	1.676	10.14	390	11.64	4.492	05.42
4 – Muito Alto	8.679	57.22	13.600	24.83	3.800	22.97	860	28.66	27.039	32.62
TOTAL	15.169	100.00	47.841	100.00	16.540	100.00	3.350	100.00	82.900	100.00

conservacionistas perde-se 25% da camada superficial num período de 10 a 20 anos (BIGARELLA & MAZUCHOWSKI, 1985, p.193).

Classe 2 - Solos com moderado potencial erosivo: áreas com declive de 8 a 25%, podendo apresentar algumas inclusões abaixo de 8% e/ou acima de 25%. Corresponde a maior parte da bacia, com 46.369 ha (55,93%), sendo representativa nos setores B (64,81%), C (53,59%) e D (59,70%). Apenas no setor A (29,67%) não predomina. Ocorrem em relevo ondulado, desde que os solos possuam boas propriedades físicas. No caso das condições físicas serem ótimas, podem ocorrer em até 40% de declividade. Para controlar a erosão, torna-se necessário a adoção de práticas conservacionistas intensivas desde o início do uso agrícola (plantio em nível, culturas em faixas, rotação de culturas, terraços de base larga em nível, plantio direto sem aração). Abrange os solos: LRA₂, LRd₄, TRd₁, TRE₅ e TRE₂. Sem práticas conservacionistas, pode-se perder de 25 a 75% de camada superficial em 10 a 20 anos (BIGARELLA & MAZUCHOWSKI, 1985, p.193).

Classe 3 - Solos com alto potencial erosivo: ocorrem em relevo forte ondulado (25 – 45%). Compreende 05,42% da área da bacia do rio Marrecas e ocupa 05,86%, 03,21%, 10,14% e 11,64% dos setores A, B, C e D, respectivamente. Apesar de ocupar uma pequena parte da bacia, torna-se preocupante pois a proteção e controle é difícil e dispendiosa. No caso de serem utilizados na agricultura, a erosão danificará rapidamente os solos. Abrange todas as classes de solo. Podem ser utilizados para reflorestamentos com exploração seletiva, culturas perenes mas, com rigorosa práticas de controle (controle de sulcos de erosão, plantio em nível, terraceamento de base estreita, média ou patamares, cobertura morta).

Classe 4: Solos com potencial erosivo muito alto: áreas com relevo montanhoso à escarpado, com declives variados a partir de 8% mas, com predomínio de acima de 45%. Corresponde a 32,62% da área da bacia e ocupa 57,22 %, 28,43%, 22,97% e 28,66% dos setores A, B, C e D, respectivamente. No setor A (nascentes) é a classe que predomina. Os solos desta classe não devem serem usados para agricultura, pois podem ser completamente erodidos em poucos anos. Estas áreas devem ser preservadas permanentemente por matas nativas protegendo os mananciais. As áreas desmatadas e/ou em uso inadequado, devem ser recuperadas por meio de reflorestamentos com espécies nativas, podendo consorciar-se a outras atividades (recreativa, piscicultura, etc.).

Sabe-se que, dentro de cada classe, ainda ha uma variação para mais ou para menos.

Para que este parâmetro faça parte da fórmula descritiva, é preciso que ele corresponda a um símbolo com subíndice representativo desse potencial. Tendo em vista a variabilidade da suscetibilidade à erosão em cada classe, decidiu-se utilizar uma variação para mais e para menos em cada classe (Quadro 39).

QUADRO 39 - ESCALONAMENTO DO POTENCIAL EROSIVO DOS SOLOS
DA BACIA DO RIO MARRECAS, QUALIFICAÇÃO E SÍMBOLO

POTENCIAL EROSIVO (QUALIFICAÇÃO)	SÍMBOLO	SUBÍNDICE (*)
Baixo	PE ₁	0.00 - 0.1
Baixo moderado	PE ₂	0.11 - 0.2
Moderado baixo	PE ₃	0.21 - 0.3
Moderado	PE ₄	0.31 - 0.4
Moderado alto	PE ₅	0.41 - 0.5
Alto moderado	PE ₆	0.51 - 0.6
Alto	PE ₇	0.61 - 0.7
Alto muito alto	PE ₈	0.71 - 0.8
Muito alto alto	PE ₉	0.81 - 0.9
Muito alto	PE ₁₀	0.91 - 1.0

(*) – para os subíndices definiu-se o potencial erosivo baixo como sendo zero (0) e o potencial erosivo alto como 1 (um). De acordo com as 10 subclasses, estabeleceu-se 10 intervalos ou faixas de potencial erosivo dos solos.

Para o cálculo do índice de potencial erosivo dos solos de cada setor, procedeu-se da seguinte maneira (Quadro 40):

- a) – na coluna (1), resultado transferido do QUADRO 38;
- b) – na coluna (2), índices médios com base no QUADRO 39;
- c) – na coluna (3), produtos dos valores das colunas (1) e (2);
- d) – para cada setor, somou-se os valores das colunas (1) e (3);
- e) – para cada setor, dividiu-se o valor da somatória das colunas (3) e (1), para obter o índice do potencial erosivo dos solos.

No QUADRO 41, está resumido os índices e símbolos do potencial erosivo dos solos encontrados para cada setor da bacia do rio Marrecas.

O setor A apresenta o índice mais significativo, sendo caracterizado à suscetibilidade dos solos diante dos processos erosivos de alto a muito alto. Os demais setores de alto a moderado.

Cada solo tem um comportamento diferente frente à erosão, alguns erodem mais que outros, mesmo que a chuva, declividade, cobertura vegetal e técnicas conservacionistas sejam as mesmas. Esse comportamento diferenciado advém das características dos solos, sendo denominado de erodibilidade do solo.

QUADRO 40 - CÁLCULO DO POTENCIAL EROSIVO DOS SOLOS POR SETOR DA BACIA DO RIO MARRECA

SETOR	POTENCIAL EROSIVO	(1) ÁREA (ha)	(2) ÍNDICE MÉDIO (QUADRO 39)	(3) SUPERFÍCIE REDUZIDA	ÍNDICE DO POTENCIAL EROS. DO SOLO -TOTAL POR SETOR
A	Baixo	1.100	0.15	165	
	Moderado	4.500	0.4	1.800	
	Alto	890	0.7	625	
	Muito alto	8.679	0.95	8.245,05	
TOTAL		15.169		10.835,05	0.71
B	Baixo	1.700	0.15	255	
	Moderado	31.005,025	0.4	12.401,01	
	Alto	1.536	0.7	1.075,2	
	Muito alto	13.600	0.95	12.920	
TOTAL		47.841,025		26.652,21	0.56
C	Baixo	2.200	0.15	33	
	Moderado	8.864	0.4	3.454,6	
	Alto	1.676	0.7	1.173,2	
	Muito alto	3.800	0.95	3.610	
TOTAL		16.540		8.361,8	0.51
D	Baixo	-	-	-	
	Moderado	2.00	0.4	800	
	Alto	390	0.7	273	
	Muito alto	960	0.95	912	
TOTAL		3.350		1.985	0.56

QUADRO 41 - PARÂMETRO PE POR SETOR - BACIA DO RIO MARRECAS

SETOR	POTENCIAL EROSIVO	ÍNDICE	SÍMBOLO
A	Alto muito alto	0.71	PE ₈
B	Alto moderado	0.56	PE ₆
C	Alto moderado	0.51	PE ₆
D	Alto moderado	0.59	PE ₆

4.7 - DENSIDADE DE DRENAGEM - PARÂMETRO DD

A densidade de drenagem, para CHRISTOFOLETTI (1980, p.116) repercute o comportamento hidrológico das rochas em um mesmo ambiente climático. Nas rochas onde a infiltração é baixa, há melhores condições para o escoamento superficial, gerando possibilidades para a esculturação de canais, como entre as rochas de granulação fina, caracterizando elevada densidade de drenagem. O contrário ocorre com as rochas de granulação grossa.

Tem relação inversa com os comprimentos dos rios pois, à medida que aumenta o valor numérico da densidade, ha diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais da bacia.

Para VILLELA & MATTOS (1975, p.16), a densidade de drenagem é uma boa indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem:

A densidade de drenagem varia inversamente com a extensão do escoamento superficial e, portanto, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia. Embora existam poucas informações sobre densidade de drenagem de bacias hidrográficas, pode-se afirmar que este índice varia de 0,5 Km/Km² para bacias de drenagem pobre a 3,5 ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas.

Com base na classificação apresentada no QUADRO 21 (p.105), elaborou-se o QUADRO 42, que apresenta a classificação para valores de densidade de drenagem dos setores da bacia do rio Marrecas e respectiva simbologia representativa.

QUADRO 42 - PARÂMETRO DENSIDADE DE DRENAGEM POR SETOR - BACIA DO RIO MARRECCAS

SETOR	Dd (Km/Km ²)	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO
A	1.19	Mediana	DD ₂
B	1.23	Mediana	DD ₂
C	1.06	Mediana	DD ₂
D	0.90	Mediana	DD ₂

Apesar de estarem na mesma classe, o comportamento hidrológico é diferenciado. Comparando-se as densidade de drenagem dos setores, com a das microbacias que compõem a bacia do rio Marrecas (ver Anexo 02), observa-se que o menor índice encontrado foi de 0,75 (microbacia do rio Sem Nome III, setor D) e, o mais alto índice foi de 1,37 (microbacia do rio

Cruzinha, setor B). Abaixo de 1,00, encontramos cinco microbacias, sendo 3 no setor C. Entre 1,0 e 1,2, ha nove microbacias (seis no setor C) e a bacia do rio Marrecas. Acima de 1,2, sete microbacias, sendo 5 no setor B.

Assim, pode-se considerar que o substrato rochoso ou pedogenético destas 7 microbacias onde a magnitude da Dd está acima de 1,2 , é mais impermeável que os das microbacias onde o índice está abaixo de 1,0, com maior densidade de canais em relação a área e o escoamento superficial predomina.

4.8 - BALANÇO HÍDRICO - PARÂMETRO BH

O balanço hídrico é parâmetro de fundamental importância para o diagnóstico físico-conservacionista pois, desequilíbrios em seu comportamento, poderão causar danos irreversíveis sobre os recursos naturais (BELTRAME, 1990, p.72).

A análise desses dados torna-se necessária no estudo ambiental e, deve-se considerar e analisá-los juntamente com os demais elementos, principalmente, com a vegetação, que é um agente detentor de erosão dos solos, o que dificulta a atividade de escoamento superficial e facilita a infiltração de água.

Para a obtenção dos dados de evapotranspiração potencial e real, de excedente e déficit hídrico, usou-se o método de THORNTHWAITE & MATHER (1955) (TUBELIS & NASCIMENTO (1992, p.303), sendo que a capacidade de armazenamento de água no solo utilizada foi de 100 mm (ver Anexo 05).

Para o período de 1973 a 1996, verifica-se que na estação de Francisco Beltrão houve apenas excedente hídrico (Gráfico 03). Sabe-se que este é o comportamento hídrico médio neste período e, para uma melhor visualização, sugere-se o cálculo do índice hídrico (VIEIRA, 1978, p.65) para cada ano.

O índice hídrico é calculado a partir da fórmula proposta por THORNTHWAITE:

$$Im = \frac{(100e - 60d)}{n}$$

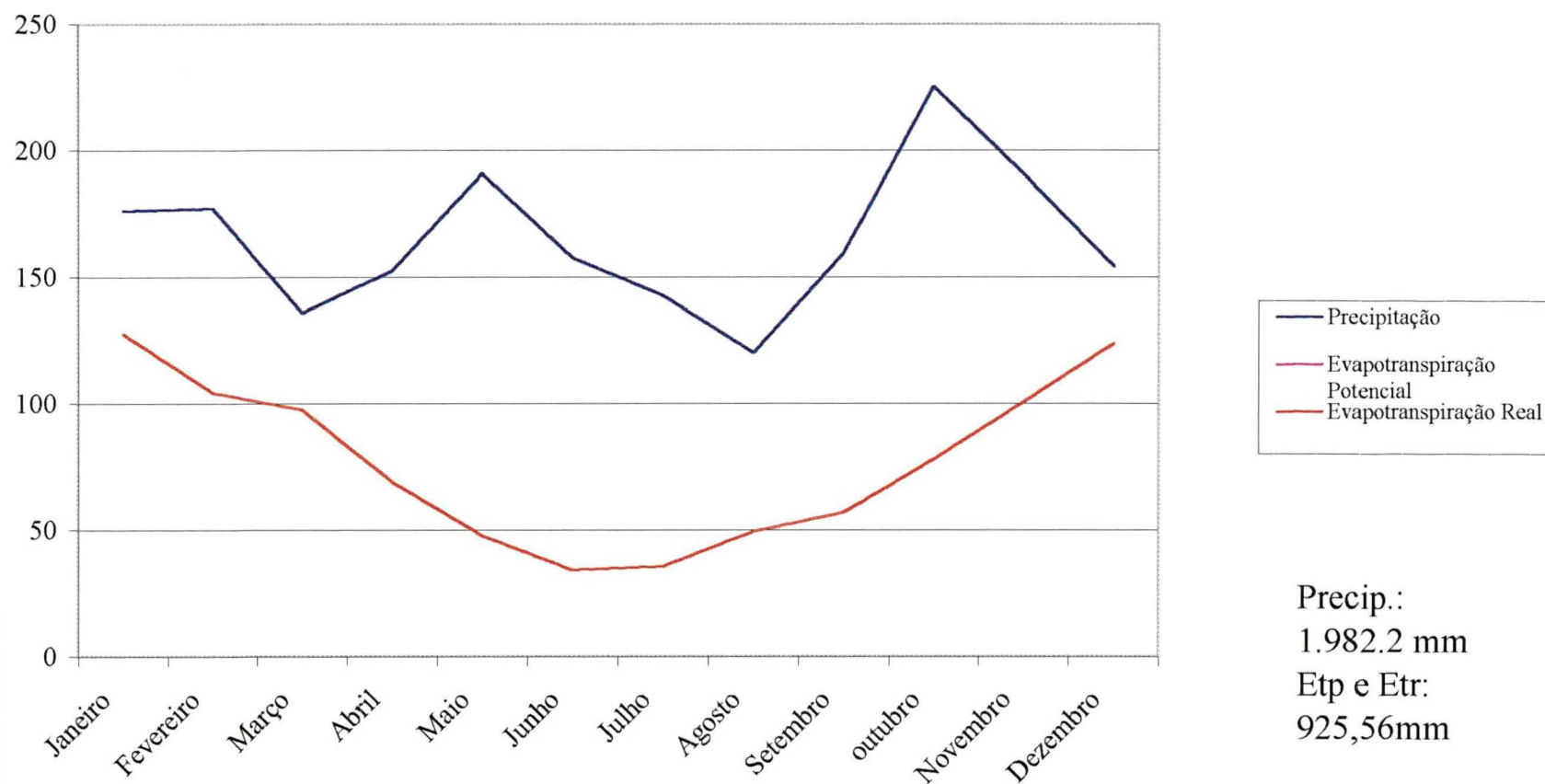
Onde, Im - índice hídrico;
e - excedente anual;
d - deficiência anual;
n - evapotranspiração potencial anual.

Os índices hídricos para a bacia do rio Marrecas de 1973 a 1996 são os seguintes:

1973: 176,20 mm	1981: 93,38 mm	1989: 150,15 mm
1974: 64,17 mm	1982: 176,80 mm	1990: 219,54 mm
1975: 136,42 mm	1983: 271,75 mm	1991: 32,66 mm
1976: 65,86 mm	1984: 137,03 mm	1992: 141,31 mm
1977: 74,94 mm	1985: 44,70 mm	1993: 104,65 mm
1978: 34,83 mm	1986: 98,36 mm	1994: 138,06 mm
1979: 172,25 mm	1987: 126,19 mm	1995: 59,79 mm
1980: 72,76 mm	1988: 50,49 mm	1996: 165,45 mm
1973/1996: 114,16 mm		

Os valores de Im acima de 100 indicam clima superúmido; entre 100 e 20, clima úmido; entre 20 e 0, clima subúmido; entre 0 e -20, clima seco; entre -20 e -40, clima semi-árido e entre -40 e -60, clima árido (VIEIRA, 1978, p.65).

GRÁFICO 03 - BALANÇO HÍDRICO DA BACIA DO RIO MARRECAS NO PERÍODO DE 1973 A 1996 SEGUNDO O MÉTODO DE THORNTHWAITE & MATTER (1955) PARA 100 mm DE CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DO SOLO



Dos 24 anos analisados, treze (54,17%) possuem índice acima de 100, sendo que os anos de 1983 e 1990 apresentam os maiores índices (271,5 e 219,54 mm, respectivamente). Entre 100 e 20, onze (45,84 %) encaixam-se nesta faixa, sendo o menor índice de 32,66 mm em 1991. Assim, pode-se caracterizar o clima na área em estudo de superúmido. Esclarece-se que, os maiores índices (1983 e 1990) relacionam-se com a atuação do *El Niño*, fenômeno que atua na costa oeste do continente sul-americano mas, com uma área de influência bem significativa.

Após o cálculo do balanço hídrico encontrou-se o parâmetro BH para os setores. Como a estação pluviométrica de maior influência na bacia é a mesma para os 4 setores, o valor deste parâmetro será igual para os setores, sendo de 1.056,64 mm de excedente e 0,0 mm de déficit.

No Estado do Paraná não há uma qualificação qualitativa dos balanços hídricos. Há uma maior ocorrência de estudos isolados mas, sem finalidade de estruturar uma classificação estadual.

Assim, tendo em vista as características climáticas da região em estudo e a bibliografia utilizada, onde há um consenso em caracterizar este excedente hídrico de 1.056,64 mm como alto, decidiu-se utilizar a mesma simbologia adotada por BELTRAME (1990) e apresentada no QUADRO 22 (p.106), elaborou-se o QUADRO 43, com a classificação do balanço hídrico para os setores da bacia do rio Marrecas.

QUADRO 43 - PARÂMETRO BH POR SETOR - BACIA DO RIO MARRECCAS

SETOR	EXCEDENTE (mm)	DÉFICIT (mm)	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO
A	1.056,64	0.0	Alta	BH ₂
B	1.056,64	0.0	Alta	BH ₂
C	1.056,56	0.0	Alta	BH ₂
D	1.056,64	0.0	Alta	BH ₂

Ressalta-se que, para uma melhor caracterização do diagnóstico físico-conservacionista de uma bacia hidrográfica, é necessário uma classificação estadual para chegar-se, o mais próximo possível do real estado ambiental da área. Para este estudo, optou-se em não desenvolver uma classificação hídrica para o Estado do Paraná, pois este procedimento exige conhecimentos específicos e um número representativo de localidades, o que está totalmente fora dos objetivos que norteiam esta dissertação.

Apesar da não existência desta classificação, sabe-se que a classificação utilizada por BELTRAME (1990), não está muito distante da realidade da bacia do rio Marrecas o que, na nossa opinião, não inviabiliza a aplicação do diagnóstico físico-conservacionista.

4.9 - VALOR DO PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DA BACIA DO RIO MARRECCAS

A partir dos parâmetros determinados neste capítulo, utilizou-se a fórmula descritiva sugerida por BELTRAME (1990, p.162):

$$E(f): CO_a CA_b DM_c E_d PE_e DD_f BH_g$$

Onde:

$E(f)$ é o estado físico-conservacionista do setor, que é proporcional aos parâmetros:

- CA: grau de semelhança entre a cobertura vegetal original e a atual; “a” é o índice específico do parâmetro, que varia de 1 (altamente semelhante) a 5 (nenhuma semelhança).
- CO: proteção da cobertura vegetal atual ao solo; “b” é o índice específico do parâmetro, que varia entre 1 (proteção máxima) e 7 (nenhuma proteção).
- DM: declividade média; “c” é o índice específico deste parâmetro, que varia entre 1 (relevo plano) e 5 (montanhoso à escarpado).
- E: erosividade da chuva; “d” é o índice específico do setor, que varia entre 1 (erosão débil) e 5 (erosão excessiva).
- PE: potencial erosivo dos solos; “e” é o índice específico do parâmetro, que varia de 1 (baixo) a 10 (muito alto).
- DD: densidade de drenagem; “f” é o índice específico do parâmetro, que varia de 1 (baixa) a 4 (muito alta).
- BH: balanço hídrico; “g” é o índice específico do parâmetro, que varia de 1 (muito alto) e 4 (baixo).

Os resultados dos respectivos índices de cada parâmetro nos setores da bacia do rio Marrecas, estão sintetizados no QUADRO 44.

QUADRO 44 - SÍNTESE DOS SETORES - BACIA DO RIO MARRECCAS

PARÂMETRO	SETOR A	SETOR B	SETOR C	SETOR D
Cobertura Vegetal Original	CO ₅	CO ₅	CO ₄	CO ₅
Cobertura Vegetal Atual	CA ₄	CA ₅	CA ₄	CA ₄
Declividade Média	DM ₅	DM ₅	DM ₅	DM ₅
Erosividade da Chuva	E ₄	E ₄	E ₄	E ₄
Potencial Erosivo dos Solos	PE ₈	PE ₆	PE ₆	PE ₆
Densidade de Drenagem	DD ₂	DD ₂	DD ₂	DD ₂
Balanço Hídrico	BH ₂	BH ₂	BH ₂	BH ₂
SOMATÓRIA	30	29	27	28

Para a obtenção dos valores finais das fórmulas descritivas dos setores em percentuais, utilizou-se a equação da reta.

De acordo com as classificações utilizadas e/ou elaboradas, o valor mínimo possível de ser obtido na fórmula descritiva é 7 (somatório de todos os índices iguais a 1), o que representa o melhor estado físico-conservacionista de que o setor poderia apresentar; o valor máximo possível de se obter na fórmula descritiva para a bacia do rio Marrecas é 40 (somatória de todos os índices com valores máximos), o que representa o pior estado físico-conservacionista que o setor poderia apresentar. Com estes valores mínimo de 7 e máximo de 40, tem-se o ângulo de inclinação da reta. Plotando-se os valores nos eixos cartesianos, obtém-se o GRÁFICO 04.

Para uma maior precisão e/ou confirmação, pode-se utilizar a equação da reta:

$$y = ax + b$$

$$\text{Se } y = 0$$

$$X = 7$$

$$7a + b = 0$$

$$\text{Se } y = 100$$

$$x = 40$$

$$40a + b - 100 = 0$$

$$40a + b - 100 = 0$$

$$\underline{7a + b = 0 \quad (-1)}$$

$$33a - 100 = 0$$

$$a = 3,03 \quad \text{e} \quad b = 21,21$$

Portanto, a equação da reta será:

$$y = 3,03x - 21,21$$

$$\text{Setor A: } y = 3,03 \times 30 - 21,21 \quad y = 70$$

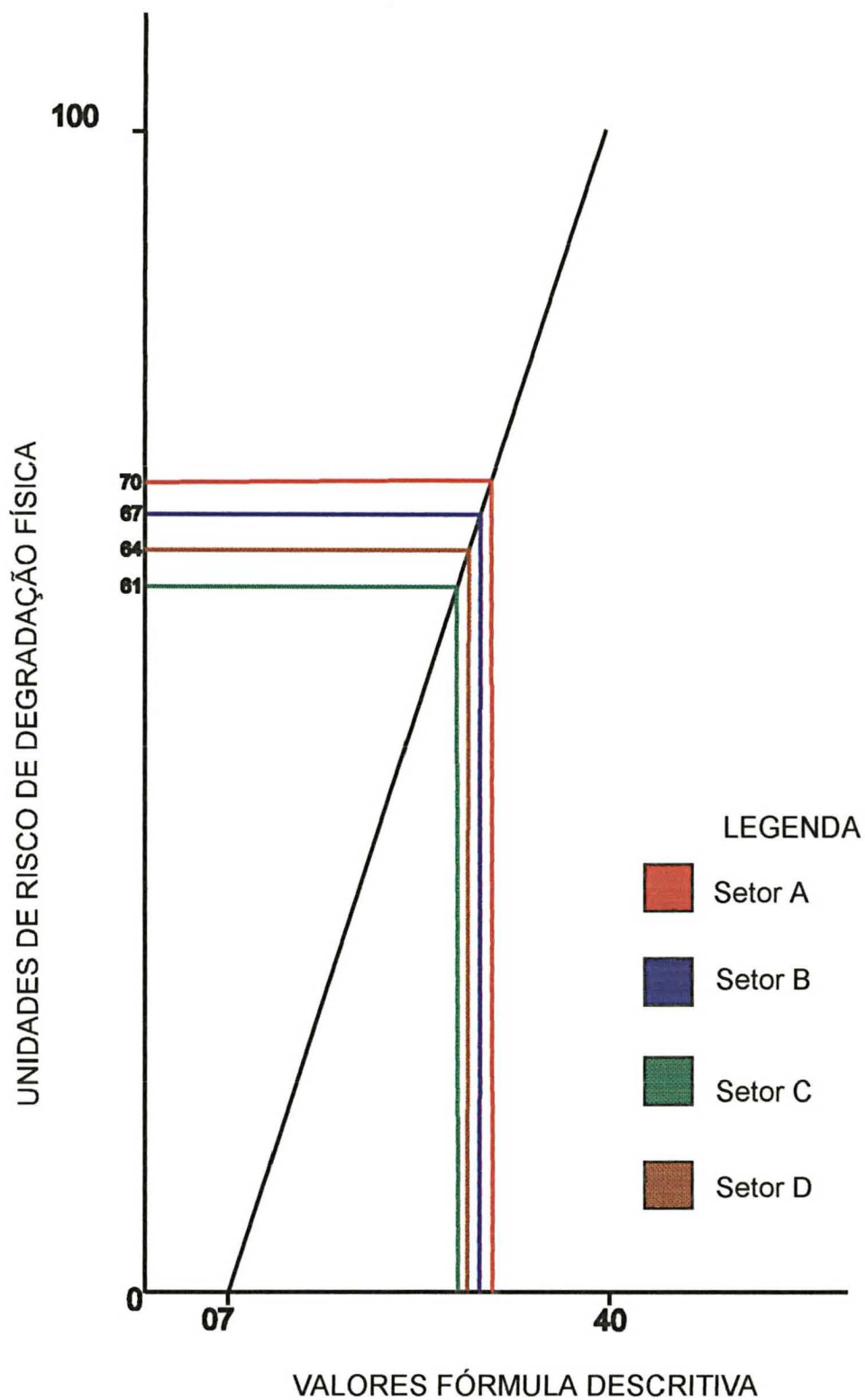
$$\text{Setor B: } y = 3,03 \times 29 - 21,1 \quad y = 67$$

$$\text{Setor C: } y = 3,03 \times 27 - 21,21 \quad y = 61$$

$$\text{Setor D: } y = 3,03 \times 28 - 21,21 \quad y = 64$$

Assim, finalmente, no QUADRO 45, apresenta-se a unidade de risco de erosão dos setores da bacia do rio Marrecas.

GRÁFICO 04 - EQUAÇÃO DA RETA RELACIONANDO OS VALORES OBTIDOS COM A FÓRMULA DESCRITIVA (UNIDADES DE RISCO DE EROÇÃO) DOS SETORES DA BACIA DO RIO MARRECAS



QUADRO 45 - UNIDADES DE RISCO DE EROSÃO DOS SETORES DA BACIA
DO RIO MARRECCAS

SETORES	UNIDADES DE RISCO (0 - 100)
A	70
B	67
C	61
D	64

5 - ESTADO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO MARRECAS

A utilização do solo, ao longo da ocupação do território paranaense, caracterizou-se pela introdução de sistemas agrícolas de produção intensiva para exportação, decorrentes da ação de estímulos econômicos e políticos, que agilizavam a exploração cíclica e migratória.

O processo de ocupação gerou, ao longo dessas décadas, situações que favoreceram gradativamente a degradação ambiental. E, a erosão do solo é um problema sério pois, ela é o efeito de uma série de agressões e de erros nas atividades agrícolas e não a causa. E, uma das conseqüências é a degradação do solo. Além de problemas erosivos, o solo degradado também apresenta decréscimo de fertilidade, aumento de acidez nociva e queda de produtividade..

A erosão é uma conseqüência que se desencadeia devido a uma série de fatores que agem em conjunto e em interação. Assim, as conseqüências aumentam como aumenta a intensidade destes fatores.

Portanto, as causas da erosão e/ou degradação do solo e ambiental deve-se a eliminação progressiva das condições naturais do solo, dado que o equilíbrio de sua estrutura é abalada.

O processo de alteração do equilíbrio natural do solo começa a ter problemas quando, inicialmente, o solo fica compactado, inibindo a infiltração de água e de ar. Este processo afetará reações químicas e biológicas normais que se processam no solo que, com isso, rompe o equilíbrio do ciclo biológico, entre as inúmeras espécies existentes no solo. O desenvolvimento das raízes será prejudicado e poderá haver a produção de substâncias tóxicas, devido às reações químicas. A absorção dos nutrientes é prejudicada, podendo

aumentar a acidez do solo. Enfim, a produtividade dos cultivos diminuirá e o solo torna-se mais suscetível à erosão.

Quando é retirada a cobertura vegetal para uso agrícola, nos primeiros anos não se observa a erosão, o que sugere que o equilíbrio natural ainda esteja atuando. Usando-se esta área continuamente, sem critérios de conservação, rotação de terras e/ou culturas e, utilizando-se maquinário agrícola, o solo sofrerá compactação. O solo desnudo, com pouca ou nenhuma matéria orgânica, será afetado pelo sol, que contribuirá para eliminar grande parte dos organismos vivos e, pela chuva, que o compactará e o desagregará ainda mais, caracterizando um acentuado processo erosivo.

Quando um solo degradado estiver seco e, quando o índice pluviométrico for alto (quantidade de água maior que a necessidade do solo), grande parte desta escoará superficialmente, pois terá dificuldade de se infiltrar além do “pé-de-arado”.

Em função da baixa ou nenhuma participação da atividade biológica, a capacidade de retenção e conservação da água pelo solo e, a água que escorre horizontalmente transporta as partículas de solo.

As partículas da camada superficial, as que conservam absorvidos a maioria dos nutrientes, são as mais intemperizadas. O transporte dessas partículas é denominado de erosão laminar, sendo que o melhor do solo é transportado, influenciando à produção agrícola. Calcula-se em dezenas de toneladas por hectare e por ano a quantidade de solos perdidos.

Quando a erosão laminar for intensa, poderá originar a erosão concentrada em sulcos, de 2 cm até 20/30 cm de profundidade. É só neste momento que o agricultor identifica os processos erosivos pois, a erosão laminar não é observada nem considerada pela maioria. Quando os sulcos forem profundos inicia o processo de vossorocamento. Porém, a erosão

laminar, é o mais grave tipo de erosão, pois leva o melhor do solo em toda a área cultivada e é pouco perceptível.

Na bacia do rio Marrecas a erosão predominante é a laminar, sendo que a erosão em sulcos também ocorrem em algumas áreas. Como ainda estão no processo inicial, tem sido controlada pelos técnicos.

Além do transporte horizontal, pode ocorrer o transporte vertical, que é acentuado nos solos degradados. O excesso de mecanização pulveriza o solo e, as partículas finas são “levadas” às camadas mais profundas, provocando a obstrução dos poros do solo. Parte destas partículas não conseguirão ultrapassar o pé-de-arado e, se sedimentarão. Como a água tem dificuldade em infiltrar-se, começa a escorrer horizontalmente sobre o pé-de-arado. Aumentando a chuva, aumentará consideravelmente a quantidade de solo transportado, caracterizando a erosão por deslizamento.

Grande parte do solo transportado, geralmente, é depositado em estradas, rios, açudes e barragens. É o assoreamento. Juntamente com o solo, ocorre a remoção de fertilizantes e corretivos dos solos. Assim, os cursos d’água que recebem esta “carga” tornam-se poluídos, e a qualidade de sua água é afetada. No caso dos rios que abasteçam os centros urbanos, o problema da baixa qualidade de água é mais grave, pois afeta a qualidade de vida da população.

Na bacia do rio Marrecas percebe-se este problema na qualidade da água que abastece a cidade de Francisco Beltrão. Em trabalhos anteriores, FERRETTI (1988) constatou a presença de resíduos de agrotóxicos nas águas do rio Marrecas.

A degradação ambiental de uma área é afetada por vários fatores mas, torna-se realmente preocupante para os governos (municipais, estaduais e federal), somente quando

detectada a degradação e perda do solo. Portanto é necessário um planejamento ambiental pois, sendo identificada o mais cedo possível, a situação poderá ser revertida.

As variáveis que causam a erosão são as características do regime hídrico, a declividade do terreno, a capacidade do solo em reter água (forças ativas) e, a resistência do solo diante da ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal (forças passivas) (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990, p.45).

Para buscar a compreensão deste problema, bem como encontrar soluções que o minimizem, é necessário pesquisar as inter-relações dos fatores que favorecem a atuação da erosão. É claro que alguns não podem ser modificados diretamente mas, todos podem ser controlados se compreendermos bem a forma de atuação.

Como o início do processo é a modificação do equilíbrio natural do solo, deve-se conhecer com maior exatidão possível os componentes deste ambiente.

Tendo em mente esta necessidade, a mensuração do estado atual de cada um destes componentes é de suma importância para embasar um programa de recuperação e/ou manutenção ambiental.

Portanto, o conhecimento detalhado do DFC de cada setor da bacia hidrográfica permite uma avaliação mais segura do estado ambiental da mesma.

Assim, com base nos resultados obtidos e apresentados no capítulo 4, quantificou-se o potencial de degradação física de cada setor da bacia do rio Marrecas.

Observa-se que o estado físico-conservacionista da bacia do rio Marrecas não é bom, pois as unidades de risco de erosão dos setores são significativas (ver Quadro 45, p. 161). O setor com maior unidade de risco é o A, com 70 e, o setor com menor unidade de risco é o C, com 61 (diferença de 6 unidades críticas). Numa escala que varia de 0 a 100, todas as unidades são representativas.

Em termos comparativos, os setores A e B (70 e 67, respectivamente), apresentam maiores riscos de degradação do que os setores C e D (61 e 64, respectivamente), merecendo prioridade na adoção de medidas conservacionistas.

Interessante observar que, os parâmetros, se comparados entre os setores, apresentaram-se semelhantes e, em alguns casos os mesmos (DM, E, DD e BH). Os parâmetros E e BH são iguais em função da influência da mesma estação pluviométrica (Francisco Beltrão) para todos os setores.

Os parâmetros com índices distintos foram:

Cobertura Vegetal Original (CO): toda a bacia do rio Marrecas apresenta a cobertura vegetal original bastante degradada, tendo em vista que o processo de ocupação da mesma foi intenso, num período curto (47 anos). Esta ocupação não seguiu nenhum critério de preservação ambiental e, devido a atuação da CITLA na região (que cobrava os pinheiros que julgava serem seus), os colonos os derrubaram só para se verem livres da provável cobrança. Assim, apenas a melhor parte das toras eram aproveitadas, caracterizando uma devastação acentuada na cobertura vegetal, principalmente entre 1957 e 1969 pois, as terras da região permaneciam sem donos.

Após a legalização das terras pelo Governo Federal, a rápida retirada da cobertura vegetal diminuiu, mas não cessou. O que levou à situação atual, onde o grau de semelhança entre a cobertura vegetal original e a atual é extremamente insignificante. Apenas o setor C apresenta baixa semelhança e, os demais, nenhuma.

Em todos os setores, a participação das áreas agrícolas é significativa, representando 36,8% da área do setor A, 79,4% da do setor B, 60,6% do setor C e 90,4% da área do setor D. Mesmo com um percentual alto de participação, o setor C apresenta baixa semelhança.

Cobertura Vegetal Atual (CA): a fisiografia da região favoreceu a aptidão econômica da bacia do rio Marrecas. Inicialmente, a base da economia era o extrativismo vegetal, onde extensas áreas de *Araucária angustifolia* foram devastadas rapidamente. Com a derrubada da vegetação nativa, as atividades agrícolas foram ocupando o solo e assumindo importância econômica. O sistema agrícola apresenta como característica principal a ausência de rotação de terras e culturas e uso indiscriminado de agrotóxicos.

Tendo em vista esta característica, a agricultura ocupa 73,39% da área da bacia, sendo alta também a sua participação nos setores (A com 63,80%; B com 79,40%; C com 60,60% e D com 90,40%). Em função disto, a proteção fornecida ao solo pela cobertura vegetal atual é baixa, sendo que os setores A e C apresentam o mesmo índice (CA₄ - 0,49 e 0,52, respectivamente, representando uma proteção um pouco melhor que os setores B e D (CA₅ - 0,39 e 0,37, respectivamente).

Ressalta-se que, o setor D apresentou o índice mais alto de ocupação com atividades agrícolas (90,40%), oferecendo, portanto, o menor grau de proteção aos solos.

Potencial Erosivo dos Solos (PE): os setores B, C e D apresentaram o mesmo índice (PE₆ - potencial erosivo alto a moderado) e o setor A, o índice mais representativo (PE₈ - potencial erosivo alto a muito alto). Sendo este parâmetro resultado de dados de declividade, pedologia, geologia, geomorfologia e características físicas dos solos, percebe-se que a declividade foi decisiva em definir este parâmetro.

Os resultados do Índice de Rugosidade e Textura Topográfica, principalmente, respaldam a representatividade deste parâmetro no setor A.

Para uma melhor compreensão e visualização da situação ambiental da área em estudo, correlacionou-se a Carta de Uso do Solo em 1992 (Figura 11, p.76) e a Carta de Potencial Erosivo dos Solos (Figura 13, p.143).

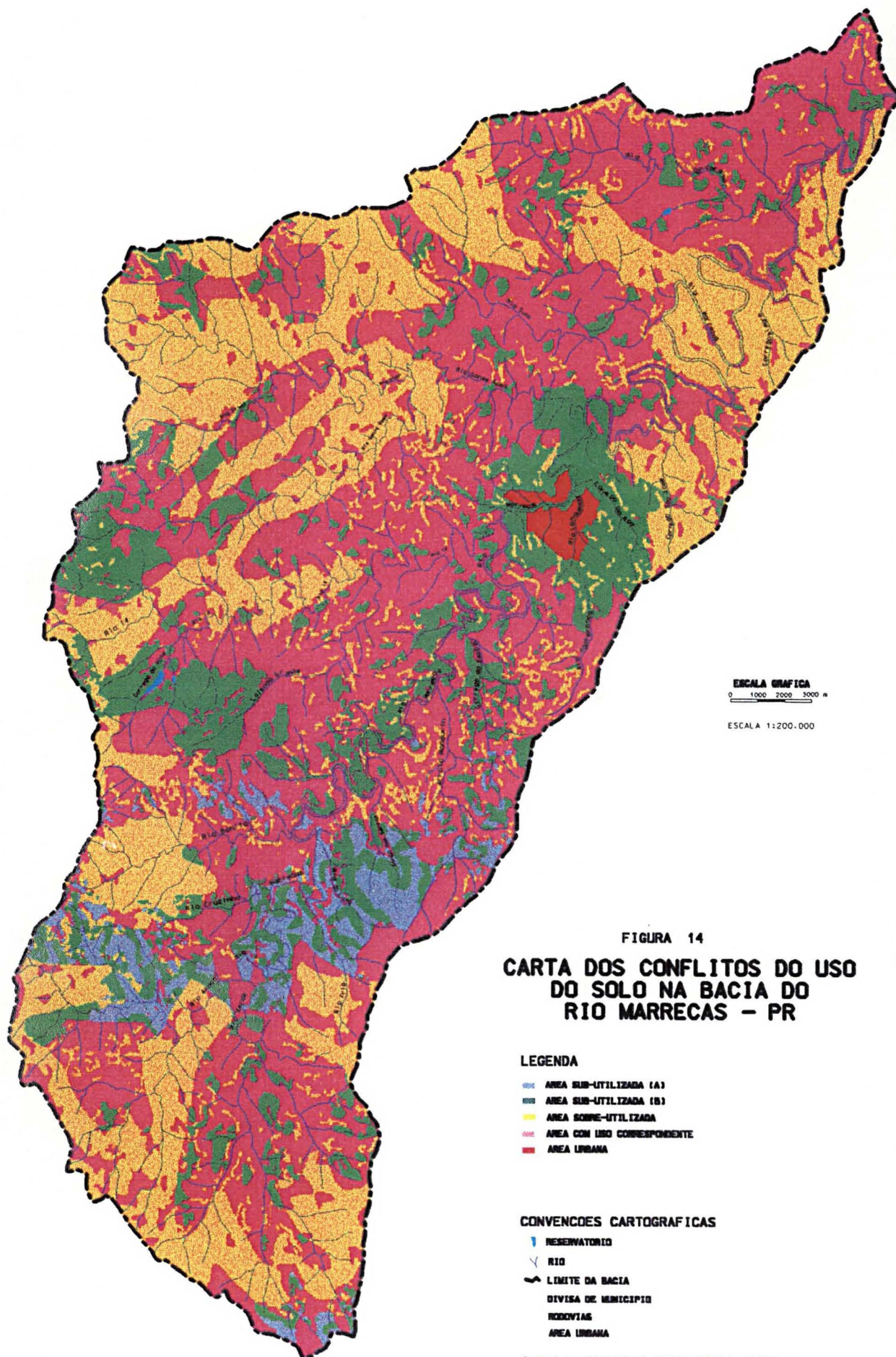
Esta correlação foi feita através da sobreposição, utilizando o SIG *Idrisi for Windows*, onde detectou-se situações de conflito de sobre-utilização e sub-utilização do solo, em função das diferentes classes de capacidade de uso (Figura 14).

Considerou-se como sobre-utilização as áreas com usos que ultrapassam sua capacidade, com alta possibilidade de degradação física do solo. Como sub-utilização, as áreas com usos abaixo de sua capacidade produtiva.

No QUADRO 46, sintetizou-se a participação destas classes conflitantes de uso na bacia do rio Marrecas.

QUADRO 46 - CONFLITOS DE USO DO SOLO NA BACIA DO RIO MARRECAS.

CLASSES	ÁREA (Km ²)	%
1 – Sub-utilizadas (1)	44.93	05.37
2 – Sub-utilizadas (2)	136.98	16.38
3 – Sobre-utilizadas	268.99	32.16
4 – Uso correspondente	378.40	45.23
5 – Área urbana	7.2	00.86
TOTAL	836.50	100.00



Fonte: Cortes M2851/1/2/3/4, M2849/4, M2850/3 e M2862/1 do Ministério do Exército, escala 1:50.000

Organização: Produção por Eliane R. Ferretti
Orientação: Prof. Dr. Naldy E. Canali
Desenho: Irani das Santos
Data: maio/1998

Classe 1: sub-utilizadas (1): são áreas que poderão ser utilizadas para agricultura mas, que estão sendo ocupadas por matas secundárias e capoeirão, mata, capoeira, capoeirinha e ervas. A maior parte dos solos desta classe apresentam baixo potencial erosivo. Representa 05.37% da bacia do rio Marrecas, concentrando-se na porção sul dos setores A, B e C.

Classe 2: sub-utilizadas (2): são áreas que poderão ser utilizadas para atividades agrícolas com práticas conservacionistas intensivas mas, que estão sendo ocupadas por mata, mata secundária e capoeirão, capoeira, capoeirinha e ervas. Grande parte dos solos desta área apresentam moderado potencial erosivo. Compreende 16,38% do total da bacia, estando distribuída em todos os setores.

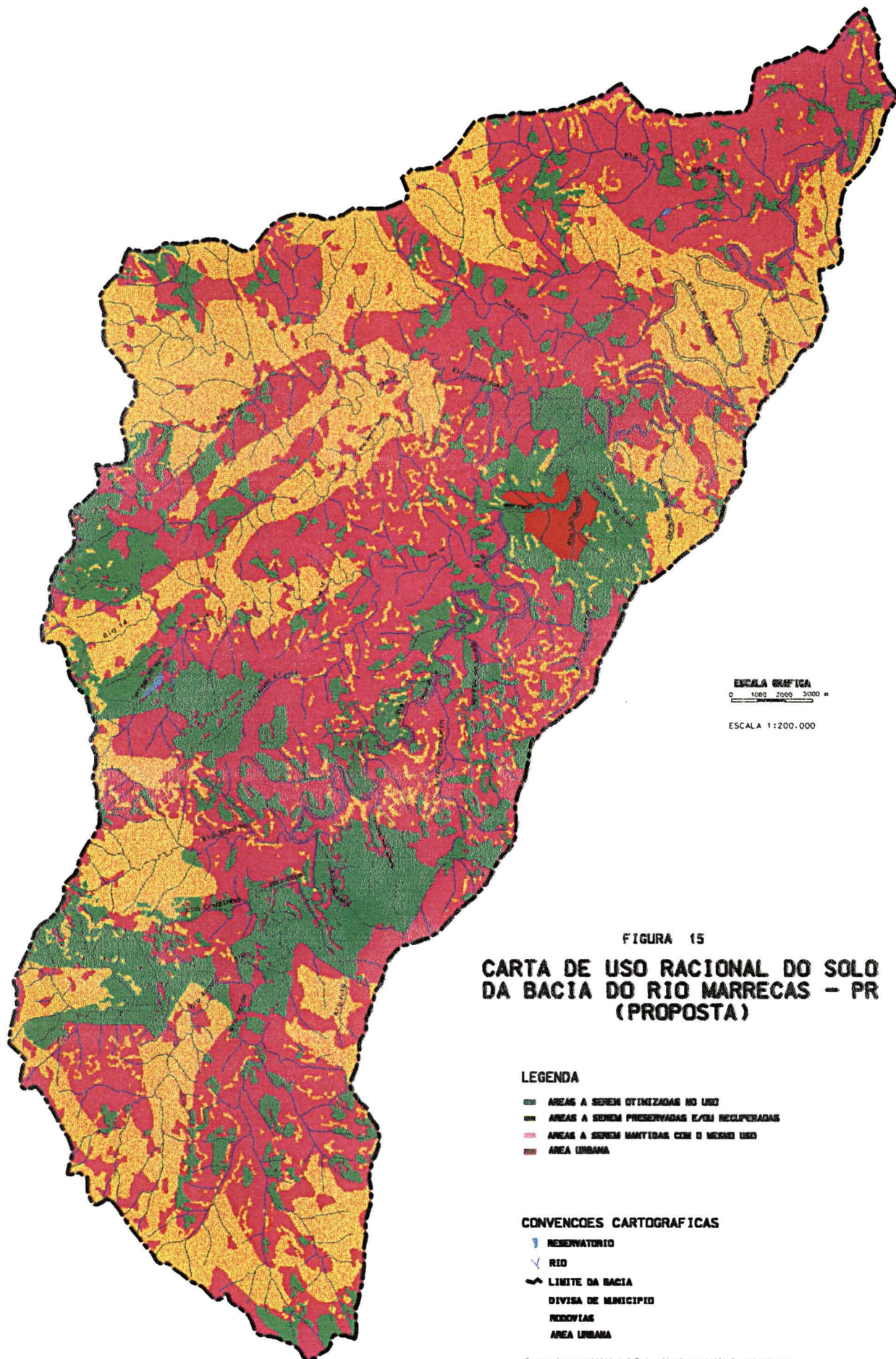
Classe 3: sobre-utilizadas: são áreas adequadas à serem preservadas permanentemente com mata nativa mas, que encontram-se com outro uso. A representação é significativa (32,16% da bacia), encontrando-se em todos os setores mas, observa-se que abrange as altitudes mais altas, com declividade acentuada. Grande parte dos solos desta classe apresenta potencial erosivo muito alto. Observando-se a Carta de Uso do Solo em 1992 (Figura 11, p.76), verifica-se que o predomínio do uso é agrícola, o que é altamente preocupante.

Classe 4: uso correspondente: são áreas que estão sendo utilizadas conforme sua capacidade de uso, mesmo que não utilizem qualquer técnica conservacionista. Ocupa a maior área da bacia, representando 45,23% desta, estando bem distribuída em todos os setores.

Classe 5: área urbana: representa 00,86% e, pode-se considerá-la como de uso correspondente.

Apesar da participação de áreas de uso correspondente, a situação da bacia do rio Marrecas é altamente preocupante, tendo em vista o seu estado ambiental.

Com base nas classes acima descritas, definiu-se uma proposta de uso racional do solo na bacia do rio Marrecas, apresentando-se na FIGURA 15.



ESCALA GRÁFICA
0 1000 2000 3000 m

ESCALA 1:200.000

FIGURA 15

CARTA DE USO RACIONAL DO SOLO DA BACIA DO RIO MARRECAS - PR (PROPOSTA)

LEGENDA

- AREAS A SEREM OTIMIZADAS NO USO
- AREAS A SEREM PRESERVADAS E/OU RECUPERADAS
- AREAS A SEREM MANTIDAS COM O MESMO USO
- AREA URBANA

CONVENCOES CARTOGRAFICAS

- RESERVATÓRIO
- RIO
- LIMITE DA BACIA
- DIVISA DE MUNICÍPIO
- RODOWIAS
- AREA URBANA

Fonte: Cartas M2861/3/2/3/4, M2849/4, M2850/3 e M2862/1 do
Ministério do Exército, escala 1:50.000.

Organização: Produção por Eliane R. Ferretti;
Orientação: Prof. Dr. Naldy E. Canal;
Desenho: Irani das Santos
Data: maio/1998

As classes propostas para o uso racional do solo estão apresentadas no QUADRO 47, com as respectivas áreas e percentual de participação.

QUADRO 47 - PROPOSTA DE USO RACIONAL DO SOLO NA BACIA DO RIO MARRECAS.

CLASSES	ÁREA (Km ²)	%
1 – Áreas a serem otimizadas no uso	181.91	21.75
2 – Áreas a serem preservadas e/ou recuperadas	268.99	32.16
3 – Áreas a serem mantidas com o mesmo uso	378.40	45.23
4 – Área urbana	7.2	00.86
TOTAL	836.50	100.00

1 – Áreas a serem otimizadas no uso: abrange as classes 1 e 2 da FIGURA 14. São áreas que devem ser otimizadas quanto à sua capacidade de uso mas, caso a ocupação atual seja para proteção de cursos d'água (mata ciliar) ou são áreas de mananciais, não deve-se modificar o seu uso. A utilização destas áreas para atividades agrícolas com técnicas conservacionistas intensivas, requer critérios sendo que, deve-se respeitar as altas declividades, as matas ciliares, os mananciais e, sugere-se a não retirada da cobertura vegetal original (se houver). Representa 21,75% da área da bacia.

2 – Áreas a serem preservadas e/ou recuperadas: corresponde a classe 3 da FIGURA 14. São áreas que devem ser preservadas permanentemente com mata nativa e/ou recuperadas,

uma vez que engloba as altitudes mais altas e declives acentuados. Torna-se necessário e urgente um plano de ação para diminuir as unidades de risco à erosão e minimizar a degradação ambiental da bacia.

3 – Áreas a serem mantidas com o mesmo uso: ressalta-se que, para que determinado uso esteja perfeitamente adequado à área onde encontra-se, é indispensável o uso de técnicas conservacionistas de acordo com as características físicas da mesma.

Em relação aos setores da bacia do rio Marrecas, percebe-se que:

Setor A: com 70 unidades de risco à erosão – índice mais alto da bacia. Ocorre um relativo equilíbrio entre as classes, sendo que a classe 1 - áreas a serem otimizadas no uso concentram-se mais na porção oeste do setor. Nas áreas de classe 2 – a serem preservadas e/ou recuperadas, ressalta-se que há necessidade de preservação e recuperação, uma vez que este setor é região de manancial e que, os municípios – Marmeleiro e Flor da Serra do Sul, recebem ICMs Ecológico do Governo Estadual para garantirem esta preservação. Portanto, estes programas deveriam efetivamente garantir esta preservação, recuperação e manutenção destas áreas. Mas, em pesquisa de campo, observou-se que, na teoria os municípios defendem estes programas mas, na realidade, não os estão praticando. Quanto às áreas a serem mantidas com o mesmo uso – Classe 3, está presente em todo o setor.

Tendo em vista que este setor apresenta o mais alto índice de unidade de risco à erosão os governos municipais deveriam priorizar o desenvolvimento de programas que minimizem esta situação pois, por ser área das nascentes do rio Marrecas, melhorando o seu estado ambiental, os demais setores serão beneficiados.

Setor B: representado com 67 unidades de risco de erosão. Também ocorre um relativo equilíbrio entre as classes. A classe a ser otimizada, concentra-se mais próximo à área urbana de Francisco Beltrão e na porção leste do setor. As áreas a serem preservadas e/ou

recuperadas, concentram-se mais nas porções noroeste e sudoeste, onde estão as declividades mais altas e, também, as altitudes mais significativas da bacia. As áreas que devem ser mantidas com o mesmo uso, estão bem distribuídas em todo o setor.

Setor C: com 61 unidades de risco à erosão, sendo o índice mais baixo mas, não menos significativo pois, o valor é representativo. As áreas a serem otimizadas quanto ao uso, concentram-se próximo à área urbana de Francisco Beltrão e porção sudoeste do setor. As áreas a serem preservadas e/ou recuperadas, concentram-se nas porções noroeste, norte e nordeste do setor. As áreas a serem mantidas com o mesmo uso, também, estão bem distribuídas pelo setor.

Setor D: apresenta 64 unidades de risco à erosão e, caracteriza-se pelo predomínio do uso agrícola (90,4% da área do setor). A classe que predomina é a que se refere às áreas a serem mantidas com o mesmo uso. Áreas a serem preservadas e/ou recuperadas estão bem distribuídas pelo setor, com pouca participação. As áreas a serem otimizadas, concentram-se na porção sudeste do setor.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Inicialmente, tratar-se-á da aplicação da metodologia utilizada no presente trabalho e, em seguida serão apresentadas as considerações finais sobre o estado físico conservacionista da bacia do rio Marrecas.

6.1 - METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia utilizada neste trabalho teve como base a metodologia desenvolvida pelo CIDIAT, na Venezuela, com influências de trabalhos desenvolvidos por técnicos espanhóis, sendo que já foi aplicada em bacias hidrográficas na República de Honduras com resultados positivos. No Brasil, fundamentou o trabalho desenvolvido por BELTRAME (1990) na bacia do rio do Cedro - Brusque - SC e o Consórcio Intermunicipal para Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi, no Paraná.

Para o desenvolvimento do DFC da bacia do rio Marrecas, decidiu-se utilizar a proposta de BELTRAME (1990), que sugere algumas modificações a partir da proposta venezuelana (item 3.2 - Diagnóstico Físico-Conservacionista - DFC, p.88).

BELTRAME (1990, p.172), deixa claro a necessidade de adequação e adaptação da proposta em outras bacias hidrográficas. A necessidade de reavaliação e verificação de sua viabilidade para sua aplicação em outra bacia, advém do fato de que, as características peculiares deste sistema aberto, que é a bacia hidrográfica, serão diferentes.

A metodologia necessita de uma equipe multi e interdisciplinar, com a participação dos governos e/ou instituições ligadas ao meio ambiente (vertente institucional) e da população (vertente comunitária).

Para o estudo do DFC é necessário indicar parâmetros potenciais de proteção ou de degradação dos recursos naturais.

Os parâmetros referenciados refletem o potencial da bacia, a partir do clima, solo, vegetação e relevo e são indicativos do estado ambiental efetivo dos recursos naturais da bacia.

Estes parâmetros são expressos de forma numérica, através da fórmula descritiva, que estabelecerá o risco de degradação da bacia hidrográfica e possibilitará uma análise qualitativa quanto a preservação desses recursos.

O estado ambiental é resumido em um valor numérico: o estado físico-conservacionista da bacia. Este valor é qualitativo, próprio para análises comparativas entre os setores da bacia hidrográfica.

Para determinar-se o estado ambiental, é necessário a utilização de cartografia temática específica: cartas de localização, setorização, clinográfica, uso do solo atual, cobertura vegetal original (se necessário), geológica, geomorfológica, potencial erosivo do solo, conflitos de uso e uso racional do solo (proposta). A escala de 1:50.000 foi adequada para a determinação do potencial de degradação da bacia em estudo. Mas, sugere-se que, caso houver disponibilidade de informações em escala 1:25.000 ou 1:10.000, possibilitará levantamentos mais detalhados.

O uso de sistema geográfico de informações para integração dos dados temáticos da bacia é recomendável pois, permite a organização e inter-relação dos dados e trabalhos cartográficos. Mas, sabendo-se da realidade das nossas prefeituras, da falta de uma equipe

técnica especializada nesta área, sugere-se a capacitação de técnicos por meio de cursos específicos. Não só na área de GIS mas, também, nas outras áreas: fotointerpretação, geomorfologia, geologia, pedologia, agronomia, geografia, cartografia, etc.. Em função disso que se faz necessário a formação de uma equipe multi e interdisciplinar.

Caso não tenha-se a disponibilidade de utilização de imagens orbitais, quer seja pela limitação de uso (sombreamento, nebulosidade, ângulo de insolação, escolha de banda, que poderão aumentar o percentual de áreas não classificadas), quer seja pelo alto custo de aquisição, a interpretação de fotografias aéreas em escala compatível é uma técnica adequada para obtenção de informações.

Os critérios adotados por BELTRAME (1990) para a setorização da bacia, com base em informações de hidrografia, hipsometria e perfil longitudinal do rio, não foram suficientes para a setorização da bacia do rio Marrecas. Portanto, adotou-se critérios de hidrografia, hipsometria, geologia e morfometria. No decorrer da presente pesquisa, verificou-se que, somente os critérios indicados por BELTRAME, não seriam suficientes para setorizar a bacia em estudo, principalmente, por ser de um tamanho maior e, por apresentar características de organização interna dos canais fluviais diferentes. Após acrescentar-se as informações geológicas e, inter-relacioná-las com os cálculos morfométricos, a setorização auxiliou na interpretação dos parâmetros da metodologia.

Em relação aos parâmetros componentes da fórmula descritiva:

Parâmetro CO: sugerido por BELTRAME (1990), possibilita um grau de semelhança entre a cobertura vegetal atual e a original, tornando o resultado obtido mais próximo da realidade originalmente existente. Para complementar este parâmetro, sugere-se pesquisa de campo para detalhar o máximo possível, tanto a área ocupada quanto à espécie que compõem a cobertura vegetal atual. Assim, o grau de semelhança será o mais real possível.

Parâmetro CA: grau de proteção oferecido ao solo pela cobertura vegetal atual. Detalhando-se o parâmetro CO, o parâmetro CA também será detalhado. Sugere-se o uso de informações mais recentes possíveis.

Parâmetro E: a utilização da equação desenvolvida por BERTONI & MOLDENHAUER e utilizada por BELTRAME (1990) é adequada para definir-se este parâmetro. Sugere-se a utilização do maior período de tempo possível de informações de precipitação para determinação da erosividade da chuva na bacia. Tomando-se por base um ano de cálculo, corre-se o risco de não retratar-se o potencial erosivo da precipitação pois, poderá ser chuvoso além da normalidade (exemplo: ano de 1983 na bacia do rio Marrecas, onde o total de precipitação foi de 3.405,8 mm), ou seco. Portanto, fazendo-se a média do período e utilizando-se como base para o cálculo na bacia e no Estado, a determinação deste parâmetro será mais próxima do real.

Parâmetro BH: revelou-se de suma importância, pois desequilíbrios no balanço hídrico, significa danos sobre os recursos naturais. Também neste parâmetro, sugere-se a utilização do maior período de tempo possível e aplicação do índice hídrico ou índice de aridez (se for o caso), para caracterização climática da bacia. Mas, a falta de uma classificação a nível estadual com respaldo científico, poderá deixar o parâmetro sem referência. Caso isso ocorra, sugere-se o cálculo do balanço hídrico para todas as estações pluviométricas do Estado, se possível, no mesmo período de tempo utilizado para análise da bacia, o que auxiliará na definição de parâmetros comparativos. Esclarece-se que esta não é a solução, o correto seria que a instituição estadual responsável desenvolve-se uma classificação a nível estadual.

Parâmetro DD: a relação entre o comprimento total dos canais e a área ocupada pela bacia, representa o potencial da área em esculpir a rede de drenagem (BELTRAME, 1990,

p.175). Esta situação é mais um indicativo do potencial erosivo da bacia. Sugere-se o cálculo morfométrico detalhado da bacia, o que fornecerá o “retrato” da organização espacial interna desta, o que auxiliará, também, na setorização da bacia.

Parâmetro PE: o potencial erosivo dos solos deve englobar o maior número possível de informações: declividade, características geológicas (litológicas e estruturais), tipos de solos que ocorrem na bacia (identificados a partir de mapeamento regional e/ou estadual), resultado de análises físicas e químicas dos solos (composição, profundidade, capacidade de drenagem, permeabilidade, textura, etc.). estas informações deverão ser inter-relacionadas com a carta de declividade para avaliação da erodibilidade dos solos.

Parâmetro DM: só a declividade média revelou-se insuficiente para relacionar proporcionalmente relevo e erosão (BELTRAME, 1990, p.174). Assim, além da utilização da curva hipsométrica, altura média, coeficiente de massividade e orográfico, sugere-se o cálculo morfométrico detalhado, que auxiliará com maior precisão as diferentes intensidades dos processos erosivos, bem como a utilização da carta de declividade, com classes compatíveis à interpretação da suscetibilidade dos solos à erosão. Para o DFC da bacia do rio Marrecas, adotou-se as classes de intervalo proposta pela EMBRAPA.

De uma maneira geral, todos os parâmetros adotados pelo DFC são importantes mas, o potencial erosivo do solo - parâmetro PE, tem uma parcela decisiva maior. O cruzamento desta informação com o uso do solo na bacia, detectará as áreas de conflito de uso, o que subsidia a proposta de uso racional. Assim, quanto maior o detalhamento deste parâmetro, mais próximo à realidade será a carta de uso racional. Mas, não deve-se desconsiderar os demais pois, para chegar-se às unidades de risco à erosão, todos os parâmetros possuem peso igual na fórmula descritiva.

Quanto as adaptações feitas na metodologia apresentada por BELTRAME (1990) e apresentadas e utilizadas no DFC da bacia do rio Marrecas, pode-se resumi-las como segue:

METODOLOGIA APRESENTADA

POR BELTRAME (1990)

* - Cobertura vegetal Original (CO)
por descrições de KLEIN (1960, 1978 e 1980)

* - Cobertura vegetal Atual (CA)
por imagens LANDSAT – TM₅

* - Erosividade da Chuva (E)
por equação de LOMBARDI & MOLDENHAUER (1980)

* - Declividade Média (DM)

* - Potencial Erosivo do Solo (PE)
associação da suscetibilidade da textura do solo à erosão e declividade

* - Balanço Hídrico (BH)

* - Densidade de Drenagem (DD)

* - Setorização da bacia
dados de hipsometria, hidrografia e perfil longitudinal do rio

PROPOSTA METODOLÓGICA

* - Cobertura Vegetal Original (CO)
por descrições de ALONSO (1977), MAACK (1981) e EMBRAPA (1984)

* - Cobertura Vegetal Atual (CA)
por fotos aéreas e imagens LANDSAT – TM₅

* - Erosividade da Chuva (E)
por equação de LOMBARDI & MOLDENHAUER (1980), com base no período de dados disponíveis da estação meteorológica

* - Declividade Média (DM)
além da fórmula: integral hipsométrica, coeficientes de massividade e orográfico, Relação de Relevo, Índice de Rugosidade, Textura Topográfica e morfometria da Bacia.

* - Potencial Erosivo do Solo (PE)
associação das cartas clinográfica, pedológica, dados de geologia, geomorfologia e características físicas dos solos

* - Balanço Hídrico (BH)
complementação com o índice hídrico, base no período de dados disponíveis da estação meteorológica.

* - Densidade de Drenagem (DD)
cálculo morfométrico detalhado da bacia

* - setorização da bacia
dados de hipsometria, hidrografia, geologia e morfometria da bacia

A sugestão feita por BELTRAME (1990, p. 172), de que *“uma vez concluído o DFC de uma bacia hidrográfica com fins conservacionistas, recomenda-se a avaliação do mesmo periodicamente (por exemplo: a cada 5 anos), com vistas à sua utilização”*, é bastante viável e necessária para manutenção do programa de gerenciamento da bacia hidrográfica.

O DFC da bacia do rio Marrecas constitui um subsídio para trabalhos a nível de extensão rural da área e/ou que visem a recuperação ambiental, pois fornece indicativos para a racionalização do uso e manejo dos recursos da bacia. No caso da bacia do rio Marrecas, a degradação do solo destacou-se como fator de degradação dos recursos naturais, o que indica prioridade na aplicação de medidas mitigadoras.

A metodologia para o diagnóstico físico-conservacionista adaptada e aplicada na bacia do rio Marrecas, mostrou-se viável de ser utilizada em outras bacias hidrográficas.

Mas, o maior desafio é adequar a metodologia para as condições do nosso país. Convivemos com uma pobreza estrutural, onde os desafios de produzir alimentos, gerar empregos e distribuir a renda equitativamente, devem estar integrados com o objetivo de preservar e controlar o ambiente (MUNHOZ, 1991).

Sabe-se que qualquer planejamento, no Brasil, enfrenta dificuldades, não só a falta de informações, escassez de pessoal capacitado mas, também e, principalmente, a falta de recursos financeiros. Portanto, sabe-se também, que os problemas são mais complicados no planejamento ambiental de bacias hidrográficas, pois para a maior parte dos governos, o ambiente é um fator a ser dominado e aproveitado e não um fator controlável e aproveitável. Infelizmente, até a década de 90, o crescimento econômico era sinônimo de destruição da natureza e degradação ambiental (com raras exceções), não havendo equilíbrio entre o crescimento social e a utilização racional dos recursos naturais.

Para PROCHNOW (1988) os problemas enfrentados na planificação de bacias hidrográficas refletem diretamente no seu gerenciamento. E ressalta que, além da problemática da carência ou insuficiência de dados, a sua dispersão e falta de divulgação, muitas vezes, é o problema maior. Em sua opinião, é urgente a necessidade de um banco de dados com informações quantitativas dos recursos naturais e informações qualitativas do meio ambiente. PROCHNOW (1988) ressalta que, o sistema institucional deveria ser reordenado pois, os órgãos são vários e, muitos, se sobrepõem e se confundem e, infelizmente, muitas vezes, estes órgãos são conflitivos nas medidas que se propõem a desenvolver.

6.2 - BACIA DO RIO MARRECA

Esta pesquisa buscou determinar o potencial de degradação ambiental na bacia do rio Marrecas, a partir de fatores naturais, visando, especialmente, o planejamento e o manejo dos recursos naturais, com vistas à sua preservação.

Considerando-se a bacia do rio Marrecas de modo geral, isto é, a média entre os parâmetros dos setores, observa-se que o seu estado ambiental é preocupante, pois:

- - a cobertura vegetal atual não tem nenhuma semelhança com a original;
- - o relevo foi identificado como montanhoso à escarpado. Nas curvas hipsométricas dos setores, verifica-se que o relevo encaixa-se numa fase madura (equilíbrio) de desenvolvimento;
- - o potencial erosivo dos solos apresentou-se alto a muito alto;

- - a densidade de drenagem qualificou-se como mediana;
- - o balanço hídrico caracterizou-se como alto;
- - a erosividade da chuva é caracterizada como muito forte;
- - a proteção fornecido ao solo pela cobertura vegetal atual é baixa

Quanto aos setores da bacia, o setor A apresentou 70 unidades de risco à erosão (ver Quadro 45, p.161), o setor B, 67 unidades, C 61 e o setor D, com 64 unidades. Portanto, o DFC da bacia do rio Marrecas detectou o estado físico-conservacionista dos setores da bacia, identificando que os setores A e B como os que merecem prioridade na adoção de medidas conservacionistas. Toda a bacia do rio Marrecas está com seu estado ambiental comprometido e deveria ser recuperada.

Com os dados identificados e a Carta de Uso Racional do Solo da Bacia do Rio Marrecas (Figura 15, p.171), os municípios que compõem a bacia, principalmente, Flor da Serra do Sul e Marmeleiro (área das nascentes) e Francisco Beltrão, poderão melhor planejar suas atividades visando a minimização do potencial de degradação ambiental na bacia do rio Marrecas e, conseqüentemente, um gerenciamento conjunto desta bacia.

O gerenciamento de bacia é o resultado da adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento. A unidade de intervenção bacia hidrográfica, apresenta vantagens e desvantagens. A vantagem principal é que esta unidade territorial relaciona as causas/efeito da degradação ambiental com maior clareza e facilidade de mensuração. A desvantagem principal é que, nem sempre os limites municipais e/ou estaduais, respeitam os divisores da bacia.

Para a implantação de um programa de gerenciamento da bacia do rio Marrecas, é necessário que os governos municipais que a compõem, definam as metas, objetivos, políticas e planos. Só assim a degradação ambiental poderá ser minimizada e revertida.

Mas, deve-se ressaltar que o DFC da bacia do rio Marrecas deverá ser complementado com diagnósticos sócio-econômico, solo, água, vegetação, fauna e contaminação ambiental que compõem o Diagnóstico Integral da bacia Hidrográfica. Assim, determinar-se-á, além dos fatores naturais, os fatores antrópicos da degradação.

A operacionalização rigorosa de um projeto como este, baseado no planejamento racional de utilização da bacia do rio Marrecas depende, e muito, de uma política realmente comprometida com a melhoria da qualidade do ambiente e que produzisse uma legislação adequada e a fizesse cumprir.

7 - GLOSSÁRIO

Calhau: ou seixos rolados. Fragmentos de rochas transportados pelas águas, cujo resultado é o arredondamento das arestas. Alguns pedólogos se referem à existência de *pedregulhos* no solo, que muitas vezes nada mais são que seixos (GUERRA & GUERRA, 1997, p.567).

Cerosidade: aspecto brilhante e ceroso, devido à película de material coloidal depositada na superfície das unidades estruturais, material esse constituído por minerais de argila ou óxidos de ferro (EMBRAPA, 1986, p.09).

Consistência: refere-se aos diferentes graus de adesão com que as partículas de areia, silte e argila são aglomeradas em torrões. O grau de consistência do solo varia devido a: umidade, textura, estrutura, agentes cimentantes e tipos de minerais de fração argila (EMBRAPA, 1986, p.08).

Gerenciamento de bacia hidrográfica: (GBH) – instrumento que orienta o poder público e a sociedade, no longo prazo, na utilização e monitoramento dos recursos ambientais – naturais, econômicos e socioculturais, na área de abrangência de uma bacia hidrográfica, de forma a promover o desenvolvimento sustentável (LANNA, 1995, p.18).

Gestão ambiental: processo de articulações das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um dado espaço, visando garantir, com base em princípios e diretrizes previamente acordados/definidos, a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais – naturais, econômicos e socioculturais – às especificidades do meio ambiente (LANNA, 1995, p.17).

Monadnock: elevações residuais que resistem mais à erosão, em áreas peneplanizadas. Geralmente usamos este termo como sinônimo de testemunho. Aliás, o mais comum é usar-se indiferentemente os dois termos. DAVIS distinguiu dois tipos de *monadnocks*: resíduo de divisores de água, que sofreram fraca erosão (*Fernling*, do alemão) e, resíduos oriundos de rochas mais resistentes e, por conseguinte, menos atacadas pela erosão (*Härtling*, do alemão) (GUERRA & GUERRA, 1997, p.434).

Murunduns: termo usado no Pantanal Matogrossense para pequenas elevações circulares, com mais ou menos 1 metro de altura, por 4 a 6 metros de diâmetro, tratando-se possivelmente de dunas incipientes. Os murunduns situam-se na periferia das baías ou nas

encostas das cordilheiras. O termo murundu é usado em várias partes do Brasil (Rio Grande do Sul, Bahia e Ceará), com o sentido de montículo. Na Chapada Diamantina (Bahia), alguns caboclos denominam os montículos dos cupins de murunduns (GUERRA & GUERRA, 1997, p.442).

Pé-de-arado: o uso contínuo e inadequado de máquinas agrícolas pesadas, forma uma camada compacta de solo de, aproximadamente, 7 cm de espessura a uma profundidade média de 15 cm, o que dificulta a penetração da água e das raízes, favorecendo a erosão (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990).

Planejamento ambiental: um processo organizado de obtenção de informações, reflexão sobre os problemas e potencialidades de uma região, definição de metas e objetivos, definição de estratégias de ação, definição de projetos, atividades e ações, bem como definição do sistema de monitoramento e avaliação que irá retroalimentar o processo. Este processo visa organizar a atividade sócio-econômica no espaço, respeitando as suas funções ecológicas (de produção, de suporte, de regulação e de informação) de forma a promover o desenvolvimento sustentável (LANNA, 1995, p.18).

Política ambiental: instrumento legal que oferece um conjunto consistente de princípios doutrinários que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais que concerne à regulamentação ou modificação no uso, controle, proteção e conservação do ambiente (LANNA, 1995, p.17).

Trapp: termo sueco para designar lençol de lavas efusivas basálticas consolidadas à superfície, dando aparecimento a uma topografia em patamares observados no sul do Brasil, no derrame basáltico que cobre mais de 1 milhão de Km² na bacia do Paraná. Iniciado no fim do Triássico, esse vulcanismo prolongou-se até o Cretáceo GUERRA & GUERRA, 1997, p.619).

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Fernando F. Marques de. Síntese sobre a tectônica da Bacia do Rio Paraná. In: III SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA (1981: Curitiba), **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1: 01-18, 1981.
- ALMEIDA, J. Ribeiro de. (Coord.) **Planejamento ambiental**. Rio de Janeiro: Thex Editora, 1993.
- ALONSO, Maria Therezinha A. Vegetação. In: **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: SERGRAF – IBGE, 1977, p.81-109.
- BELTRAME, Angela da Veiga. **Proposta metodológica para o diagnóstico do meio físico com fins conservacionista de pequenas bacias hidrográficas – um estudo da bacia do Rio do Cedro (Brusque – SC)**. Florianópolis, 1990. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.
- _____. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.
- BERTONI, José & LOMBARDI NETO, Francisco. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990.
- BIGARELLA, João José & MAZUCHOWSKI, Jorge Z. **Visão integrada da problemática da erosão**. Curitiba: ADEA e ABGE, 1985.
- BROWN, Geoff *et alii*. **Os recursos físicos da Terra**. Bloco 1 – Recursos, economia e geologia: uma introdução. Campinas: Editora da UNICAMP, 1994.
- CANALI, Naldy Emerson. **Análise morfométrica da bacia do rio Açungui**. Curitiba: 1986. Tese (Professor Titular). Departamento de Geografia, da Universidade Federal do Paraná.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1980.
- DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia, FFLCH/USP**. São Paulo: v.6, p. 45-60, 1992.
- DEER, W. A *et alii*. **Minerais constituintes das rochas: uma introdução**. Lisboa: Fundação Caloust Gulbenkian, 1966.
- EMBRAPA. **Levantamento de Reconhecimentos dos Solos do Estado do Paraná**. Curitiba, EMBRAPA, 1984.
- FERREIRA, Francisco José Fonseca. Alinhamentos estruturais magnéticos da região centro-oriental da Bacia do Rio Paraná e seu significado tectônico. In: **Geologia da Bacia Paraná: reavaliação da potencialidade e prospectividade em hidrocarbonetos**. São Paulo: IPT, PAULIPETRO - Consórcio CESP/IPT, 143-166, 1982.

- FERRETTI, Eliane Regina. **Análise ambiental da bacia do rio Marrecas – Município de Francisco Beltrão – Pr.** Guarapuava, 1988. Monografia (Especialização em Análise Ambiental). Departamento de Geografia, da UFPR/FAFIG.
- _____. **Bases geológicas para caracterização morfométrica da bacia do rio Marrecas - Sudoeste do Paraná.** Curitiba, 1998. Estudo Programado (Mestrado em Geologia Ambiental). Setor de Ciências da Terra, da Universidade Federal do Paraná.
- FÚLFARO, Vicente José. **A evolução tectônica e paleográfica da bacia sedimentar do Paraná pelo “Trend Surface Analysis”.** São Paulo: 1971. Tese (Livre Docência). Instituto de Geociências e Astronomia, da USP.
- _____. *et alii.* Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências.** São Paulo: 12(4): 590-611, dezembro/82.
- GODOY, H. *et alii.* **Cartas climáticas do Estado do Paraná.** Londrina: IAPAR, 1978.
- GUERRA, Antonio José Teixeira. Processos erosivos nas encostas. **In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. (orgs). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** 2ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 149-209, 1995.
- GUERRA, Antonio Teixeira & GUERRA, Antonio José Teixeira. **Novo dicionário geológico - geomorfológico.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.
- GUIDICINI, Guido & CAMPOS, Jayme de Oliveira. Notas sobre a morfogênese dos derrames basálticos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia,** São Paulo: 17(1): 15-28, 1968.
- GUIMARÃES, Djalmo. **Fundamentos de petrologia e rochas ígneas do Brasil.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1960.
- HACK, John. Interpretação da topografia erodida em regiões temperadas úmidas (tradução de Lucia Helena O Gerardi). **Notícias Geomorfológicas,** Campinas: 12(34): 03-37, dezembro/1972.
- HIDALGO, Pedro. Diagnóstico físico – conservacionista. **In: Curso de manejo conservacionista em bacias hidrográficas.** Vol. 1, Apostila 7. Londrina: SUREHMA e COPATI, agosto/1990.
- LEINZ, Vitor. Contribuição a geologia dos derrames basálticos no sul do Brasil. **I Boletim da Faculdade de Filosofia e Letras da USP,** São Paulo, 103(5): 01-63, 1949.
- _____. *et alii.* Sobre o comportamento espacial do “trapp” basáltico da Bacia do Paraná. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia.** São Paulo: 15(4): 79-91, 1970.
- LEPSCH, I. (coord.). **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.

- MAACK, Reinhard. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2ª edição. Rio de Janeiro: J. Olympio; Curitiba: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981.
- MONIZ, Antonio C. (coord.). **Elementos de pedologia**. São Paulo: Polígono, Editora da Universidade de São Paulo, 1972.
- MUNHOZ, Tania. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental. **Em Aberto**, v.10, n.º 49: 62-65. Brasília: 1991.
- NIMER, Edmon. Climatologia da região sul do Brasil: introdução à climatologia dinâmica. Subsídios à geografia regional do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro: 33(4): 03-65, 1971.
- ODUM, Eugene P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: CBS – Interamericana, 1985.
- ORELLANA, Margarida Penteado. Metodologia integrada no estudo do meio ambiente. **Geografia**, 10(20): 125-148, 1985.
- PAIVA FILHO, A & CRÓSTA, A P. Utilização de dados de sensoriamento remoto no estudo estratigráfico e estrutural da Formação Serra Geral (sul do Brasil). In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. (1982: Brasília). **Anais...** Vol. 1. Brasília: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 135-142, 1982.
- PENTEADO, Margarida. **Fundamentos de geomorfologia**. 2ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.
- PICCIRILLO, E. M. & MELFI, A J. **The mesozoic flood volcanism of the Paraná basin: petrogenetic and geophysical aspects**. São Paulo: USP e IAG, 1988.
- _____. *et alii*. Continental flood volcanism from the Paraná basin (Brazil). In: **Continental flood basalts** edited by J. D. MacDougall Kluwer Academic Publishers, USA, 1994.
- PROCHNOW, Myriam C. Rolim. Recursos hídricos e metodologia de pesquisa. **Geografia**, v.10, n.º 19: 197-202, abril de 1985.
- _____. Planejamento de bacias hidrográficas. **Anais da Semana do meio Ambiente**. Piracicaba: Livroceres, 1988.
- QUINCAS, Márcia Lopes. **O embasamento da bacia do Paraná: reconstrução geofísica de seu arcabouço**. Tese de doutorado. São Paulo: USP, 1995.
- RODRIGUEZ, José M. Mateo. Planejamento ambiental: bases conceituais, níveis e métodos. IN: CAVALCANTI, Agostinho P. B. (org.) **Desenvolvimento sustentável e planejamento: bases teóricas e conceituais**. Fortaleza: UFC – Imprensa Universitária, 1997, p. 37-49.

- SANCHES, M. C. A propósito das cartas de declividade. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. (1993: São Paulo). **Anais ...** São Paulo: Departamento de Geografia: FFLCH/USP, 1993, p.311-314.
- SIMÕES, R. M. de A. Notas sobre o clima do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro: 16(1): 126-132, 1954
- SOARES, Paulo Cesar *et alii*. Análise morfoestrutural regional com imagens de radar e Landsat na Bacia do Rio Paraná. In: III SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA. (1981: São Paulo) **Anais...** São Paulo: SBG, 1:201-216, 1981.
- _____*et alii*. Lineamentos em imagens de Landsat e radar e suas implicações no conhecimento tectônico da Bacia do Paraná. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. (1982: Brasília) **Anais...** V.1. Brasília: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 143-156, 1982.
- _____*et alii*. Análise morfoestrutural em fotos aéreas: aplicação na prospecção de hidrocarbonetos na Bacia do Paraná. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. (1982: Brasília) **Anais...** V.1. Brasília: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 157-168, 1982.
- _____*&* FIORI, Alberto Pio. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícias Geomorfológicas**. Campinas: 16(32): 71-104, dezembro/1976.
- STRAHLER, S. N. **Physical geography**. 2ª edição. New York: John Wiley & Sons, 1960.
- SZUBERT, Eugenio Casimiro. Esquema interpretativo da evolução geológica das rochas vulcânicas mesozóicas da Bacia do Paraná. **Acta Geológica Leopoldensia**. São Leopoldo: n.º 10, v.III: 113-124, UNISINOS, 1979.
- TUBELIS, Antonio & NASCIMENTO, Fernando J. L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1992.
- VIANNA, Pedro Costa Guedes. **Contribuição ao conhecimento do sistema aquífero Serra Geral no oeste paranaense, para fins de abastecimento público e outros**. Florianópolis, 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geociências, da Universidade Federal de Santa Catarina.
- VIEIRA, Neusa Machado. **Estudo geomorfológico das boçorocas de Franca – SP**. Franca, 1978. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- VILLELA, Swani & MATTOS, Arthur. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw- Hill do Brasil, 1975.
- ZALÁN, Pedro *et alii*. Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná. In: III SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 1987: Curitiba). **Atas...** Curitiba: SBG – Núcleos Pr, SC e Rs, v.1: 441-477, 1987.

9 - BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, Aziz Nacib. Potencialidades paisagísticas brasileiras. **Geomorfologia**, São Paulo, IGUSP, 55: 01-27, 1977.
- ALMEIDA, Neide Oliveira de. **Delimitação e caracterização de unidades de manejo ambiental: uma contribuição metodológica**. Rio de Janeiro, 1982. Dissertação (Mestre em Ciências). Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- ART, Henry W. (Ed.) **Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1998.
- BIGARELLA, João José *et alii*. Considerações a respeito da evolução das vertentes. **Boletim Paranaense de Geografia**, n.º 16 e 17: 85-117, 1965.
- _____. *et alii*. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Volumes 1 e 2. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.
- BITAR, Omar Y. & FORNASARI FILHO, Nilton. Estudos de impacto ambiental e geologia. **In: O meio físico em estudos de impacto ambiental**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. São Paulo: 1990, p.1/3.
- BRASIL, Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988.
- CANALI, Naldy Emerson. **Análise topológica das redes de drenagem da porção leste do território paranaense**. Tese de doutorado. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 1990.
- _____. **A aplicabilidade da geografia e o estudo dos geossistemas**. Sem referência.
- _____. & FIORI, Chisato Oka. Análise morfométrica da rede de drenagem da área do Parque Marumbi – Serra do Mar (Pr). In: III SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA. (1987: Curitiba) **Anais...** Curitiba: v.1: 21-40, 1987.
- CÉSAR, Ademir Luiz. Avaliação das influências litológicas e topográficas na classificação de bacias hidrográficas. **Revista Geográfica**, São Paulo, 1:77-88, 1982.
- CHOUDHURI, Asit. **Geoquímica para graduação**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1997.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. Correlação de variáveis para o estudo comparativo de bacias hidrográficas. **Boletim Geográfico**, vol. 30, n.º 224: 101-106, 1971.

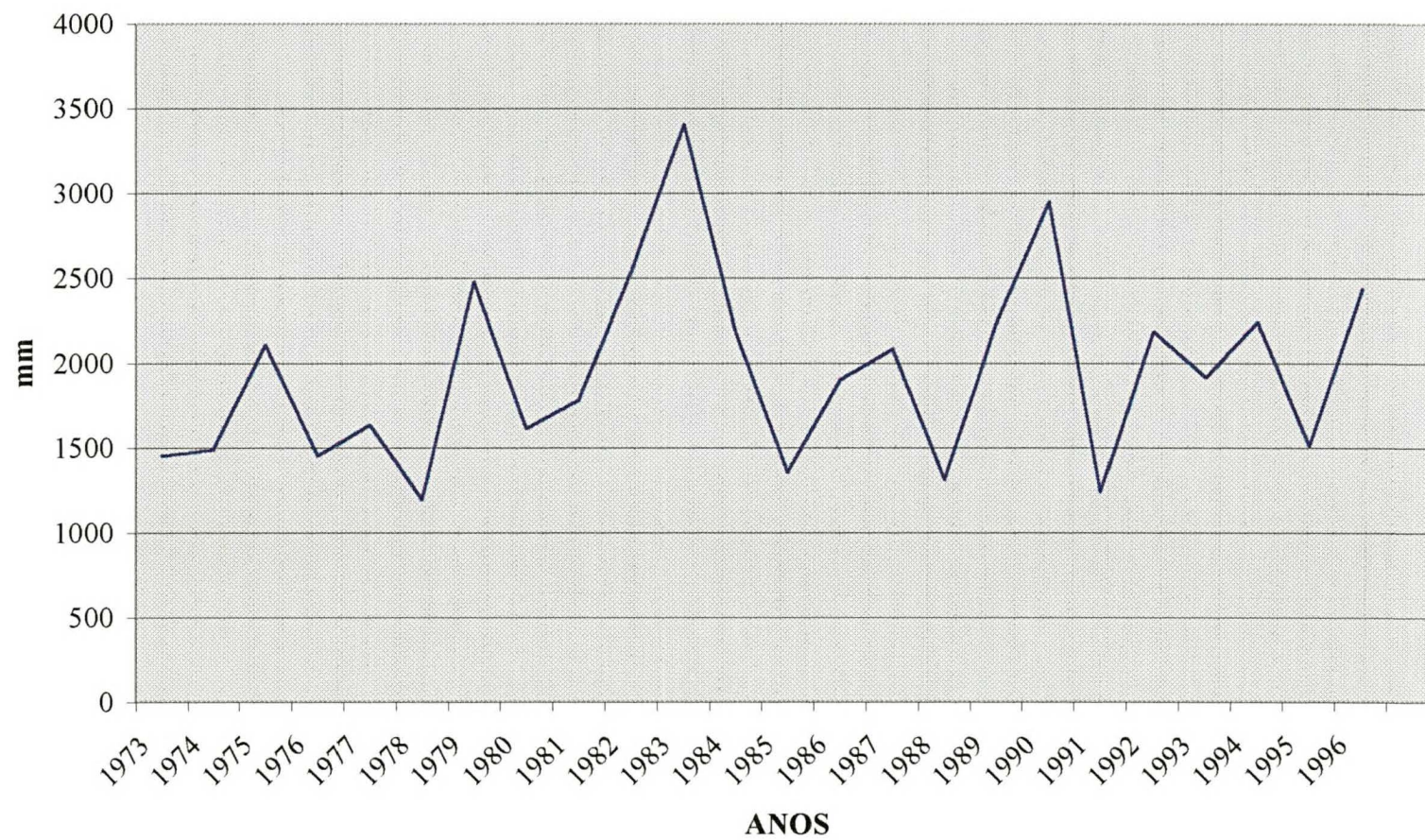
- _____. Geografia física. **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro, 11 (21 e 22): 05-18, 1981.
- _____. & ARENA, Jairo. Estruturação de redes hidrográficas na região norte-ocidental do Estado de São Paulo.: **Boletim Paulista de Geografia**, 52: 05-28, 1976.
- _____. & FIORI, Chisato Oka. O uso de densidade de rios como elemento para caracterizar as formações superficiais. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas: 20(39-40): 73-85, 1980.
- _____. & PEREZ FILHO, Archimedes. Estudos sobre a forma de bacia hidrográfica. **Boletim de geografia Teorética**, Rio Claro, 5(9-10): 83-92, 1975.
- COELHO NETO, Ana Luiza. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A J. T. & CUNHA, S. B.(orgs) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 93-148, 1995.
- COIMBRA, Pedro & TIBÚRCIO, José Arnaldo. **Geografia: uma análise do espaço geográfico**. São Paulo: Editora Harbra, 1995.
- CONTE, Ana Maria *et alii*. Fotointerpretação de amostras circulares de rede de drenagem dos solos do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha. **Revista do Instituto de Floresta**, São Paulo: 2(1): 01-29, 1990.
- COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA – COPEL. **Relatório de impacto ambiental da Usina de Salto Caxias**. Curitiba: COPEL, 1993.
- CORSON, Walter H. (ed.). **Manual global de ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente**. 2ª edição. São Paulo: Augustus, 1996.
- CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A J. T. & CUNHA, S. B. (orgs). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 211-252, 1995.
- DEL RIO, Ana Petagna de. **Biogeografia: distribución de los vegetales en el espacio geográfico**. Buenos Aires: Editorial Ceyne, 1992.
- EMBRAPA. **Guia para identificação dos principais solos do Estado do Paraná**. Brasília: EMBRAPA, 1986.
- EASTMAN, J. Ronald. Editor da versão em português: Heinsich Hasenack. **Idrisi for Windows: exercícios tutoriais**. Porto Alegre: UFRGS – Centro de Recursos Idrisi, 1996.
- FERRETTI, Eliane Regina. **Análise preliminar da qualidade de vida dos bairros Pinheirinho e Sadia – município de Francisco Beltrão – Pr**. Francisco Beltrão, 1994. Monografia (Especialização em ecologia e Educação Ambiental). Departamento de Geografia, FACIBEL/UNICENTRO.

- GIOMETTI, Analucia B. dos Reis. A bacia hidrográfica como subsídio ao planejamento ambiental. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA E I FÓRUM LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, (1997: Curitiba) **Anais** Curitiba: Departamento de Geografia, UFPR, 1997.
- GUERRA, Antonio José Teixeira. Considerações a respeito da importância da geomorfologia no manejo ambiental. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro: 36(258-259): 60-67, julho/dezembro, 1978.
- KOVALERIDZE, Wladimir Cavallar. **Nossos solos: formação, vida dinâmica, tratamento e conservação**. 3ª Edição. Curitiba, Voz do Paraná Ltda, 1978.
- LANNA, Antonio Eduardo Leão. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: IBAMA, 1995.
- LEAL, Antonio Cesar. **Pelos caminhos do rio**. Mimeografado. Campinas: 1994.
- _____. **Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca – Campinas – SP**. Rio Claro, 1995. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, da UNESP.
- LENCASTRE, A & FRANCO, F. M. **Lições de hidrologia**. 2ª Edição. Lisboa: Editora da Universidade Nova de Lisboa, 1992.
- MÉRICO, Luiz Fernando Kriger. A estabilidade do meio morfodinâmico e sua aplicação no planejamento ambiental. In: III SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA.(1987: Curitiba) **Anais...** Curitiba: v1: 03-09, 1987.
- MOTA, Fernando S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Nobel, 1975.
- MOURA, Josildo R. S. *et alii*. Mapa de dinâmica de erosão de bacias de drenagem: uma proposta metodológica de avaliação ambiental. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA E I FÓRUM LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. (1997: Curitiba). **Anais ...** Curitiba: Departamento de Geografia, UFPr, 1997.
- NOLLA, Delvino. **Erosão do solo: o grande desafio**. Secretaria da Agricultura do rio Grande do Sul: Administração Amaral de Souza, 1982.
- RAFAELI NETO, Silvio Luis. **Análises morfométricas em bacias hidrográficas integradas a um sistema de informações geográficas**. Curitiba, UFPr, 1994.
- ROSS, Jurandyr L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 2ª Edição. São Paulo: Contexto, 1991.
- _____. (org.) **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

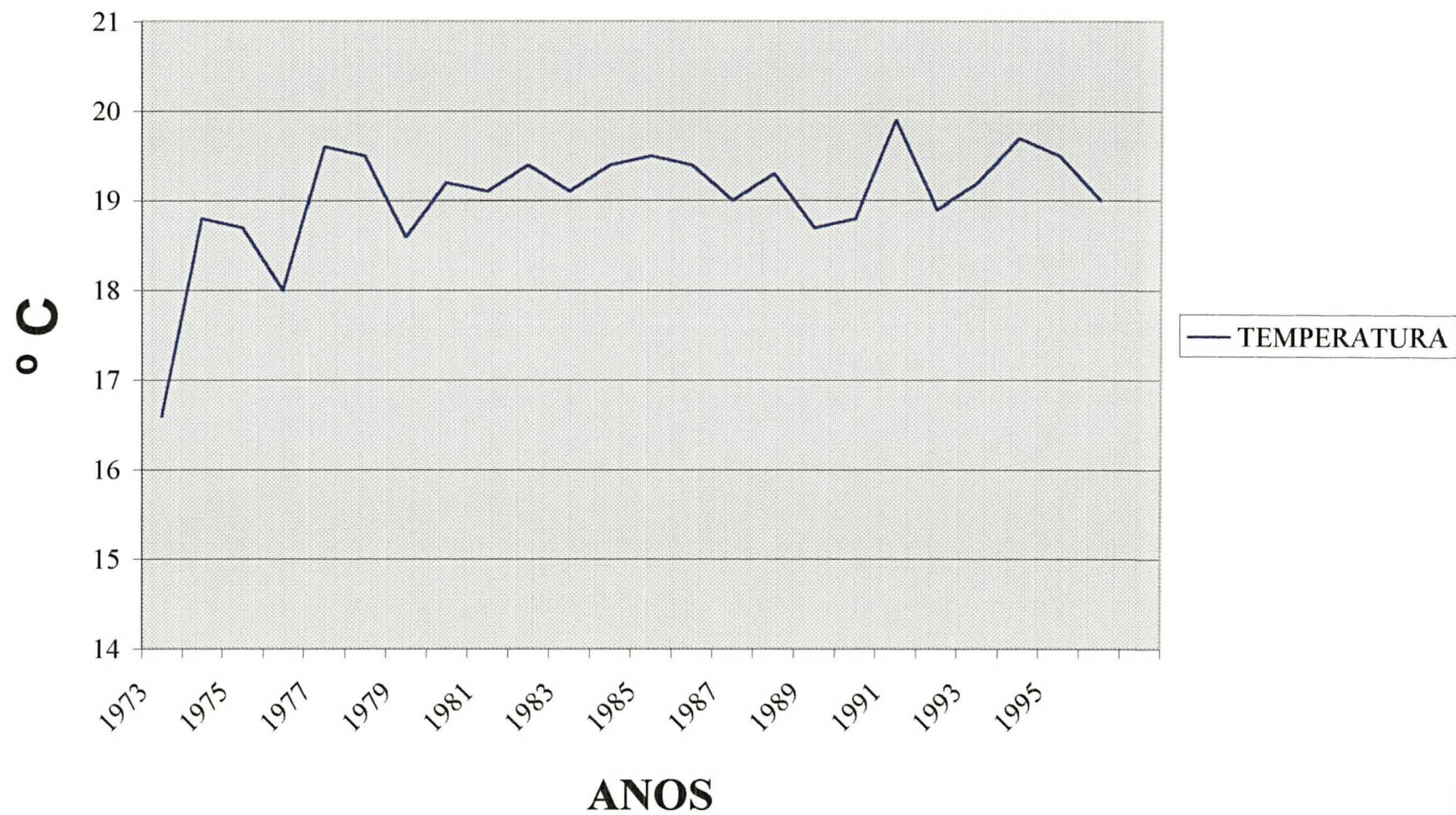
- SANTOS, Irani dos. Caracterização climatológica da bacia do rio Chopim. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. (1995: Goiânia). **Anais...** Goiânia: Universidade Federal de Goiás: Departamento de Geografia, 1995.
- _____. **Proposta de mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio Palmital, Região Metropolitana de Curitiba – Pr.** Curitiba, 1997. Monografia (Graduação em Geografia). Departamento de Geografia, da Universidade federal do Paraná.
- SCHNEIDER, Arthur Wentz. Vulcanismo básico da Bacia do Paraná: perfil Foz do Iguaçu – Serra da Esperança. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. (1970: Brasília). **Anais...** Brasília: 211-217, 1970.
- SETTI, Arnaldo Augusto. **A necessidade do uso sustentável dos recursos hídricos.** Brasília: IBAMA, 1996.
- SILVA FILHO, Breno Côrrea da. Alguns dados sobre o intemperismo e a mineralogia das argilas dos basaltos e dos seus solos residuais. **Acta Geológica Leopoldensia.** São Leopoldo: n.º 5, v.10: 15-102, UNISINOS, 1978.
- SOARES, Paulo Cesar. **Tectônica sinsedimentar cíclica na Bacia do Paraná – controles.** Curitiba, 1991. Tese (professor titular). Departamento de Geologia, da Universidade Federal do Paraná.
- SOUZA, Celso G. (coord.) **Manual técnico de pedologia.** Rio de Janeiro: IBGE, 1995.
- SZUBERT, Eugenio Casimiro. Critérios de correlação entre derrames basálticos na província vulcânica mesozóica da Bacia do Paraná. **Acta geológica Leopoldensia.** São Leopoldo: n.º 13, V.V: 02-10, UNISINOS, 1981.
- TRICART, Jean. A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. **Boletim Geográfico,** Rio de Janeiro, 34(251): 15-42, outubro/dezembro, 1976.
- TAUK, Sâmia Maria. **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar.** São Paulo: Editora Universidade Estadual Paulista, 1992.
- TROPMAIR, Helmut. Perfil fitoecológico do Estado do Paraná. **Boletim de Geografia,** UEM, Ano 08, n.º 01, setembro de 1990.
- TÚRMINA, Silmara. **Alterações climáticas em Francisco Beltrão - Pr a partir da década de 60.** Francisco Beltrão, 1995. Monografia (graduação em Geografia). Departamento de Geografia, da FACIBEL.
- VITTE, Antonio Carlos. **Reflexões acerca do desenvolvimento do modelado terrestre.** Curitiba: UFPr, xerox, 1996.

ANEXO 01

**GRÁFICO A - PRECIPITAÇÃO ANUAL NA ESTAÇÃO DE FRANCISCO
BELTRÃO NO PERÍODO DE 1973 A 1996**



**GRÁFICO B - TEMPERATURA ANUAL NA ESTAÇÃO DE FRANCISCO BELTRÃO NO
PERÍODO DE 1973 A 1996**



**GRÁFICO C - PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL NA ESTAÇÃO DE FRANCISCO BELTRÃO
NO PERÍODO DE 1973 A 1996**

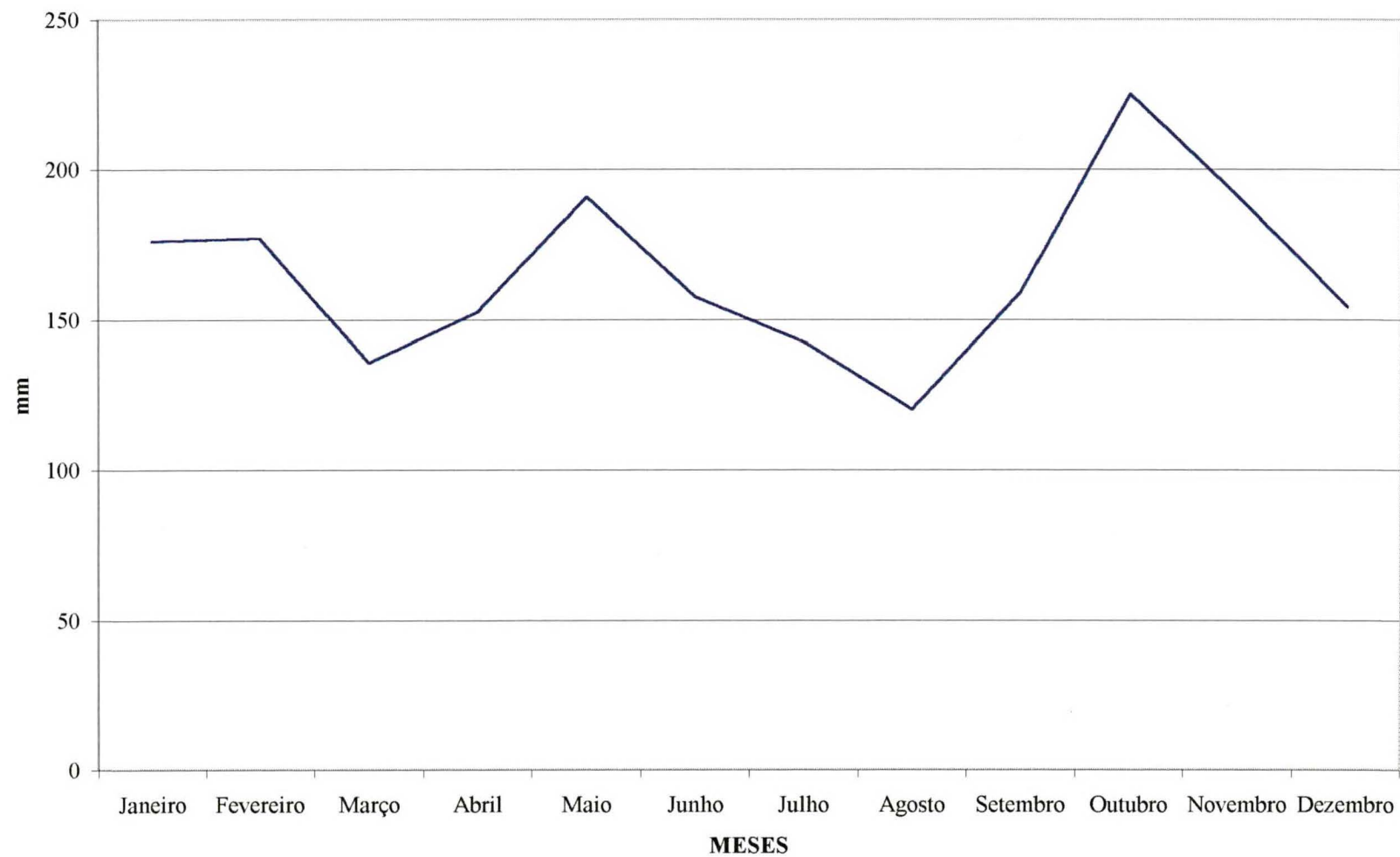


GRÁFICO D - TEMPERATURA MÉDIA MENSAL NA ESTAÇÃO DE FRANCISCO BELTRÃO NO PERÍODO DE 1973 A 1996

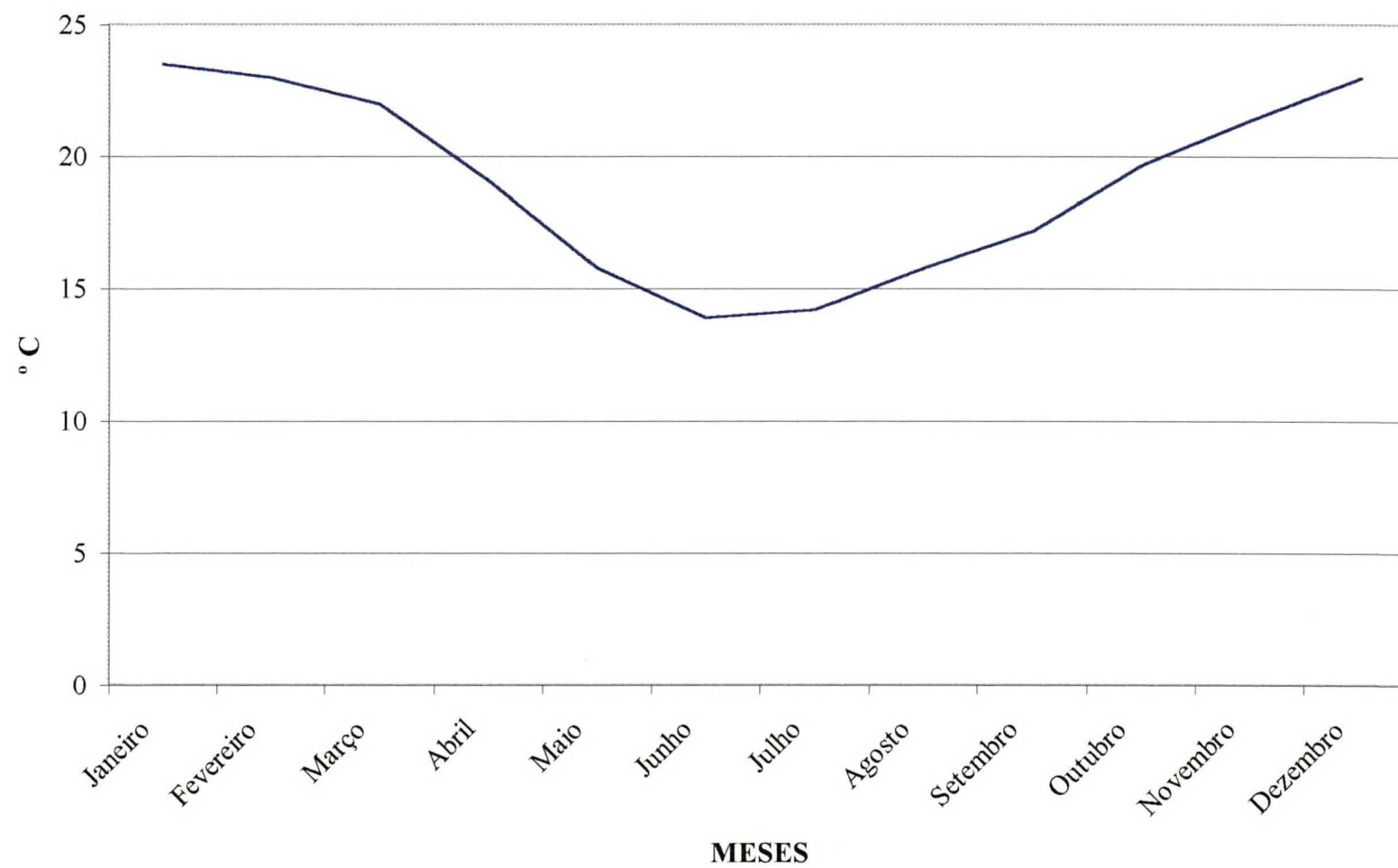


GRÁFICO E - PRECIPITAÇÃO MENSAL NA ESTAÇÃO DE FRANCISCO BELTRÃO EM 1996

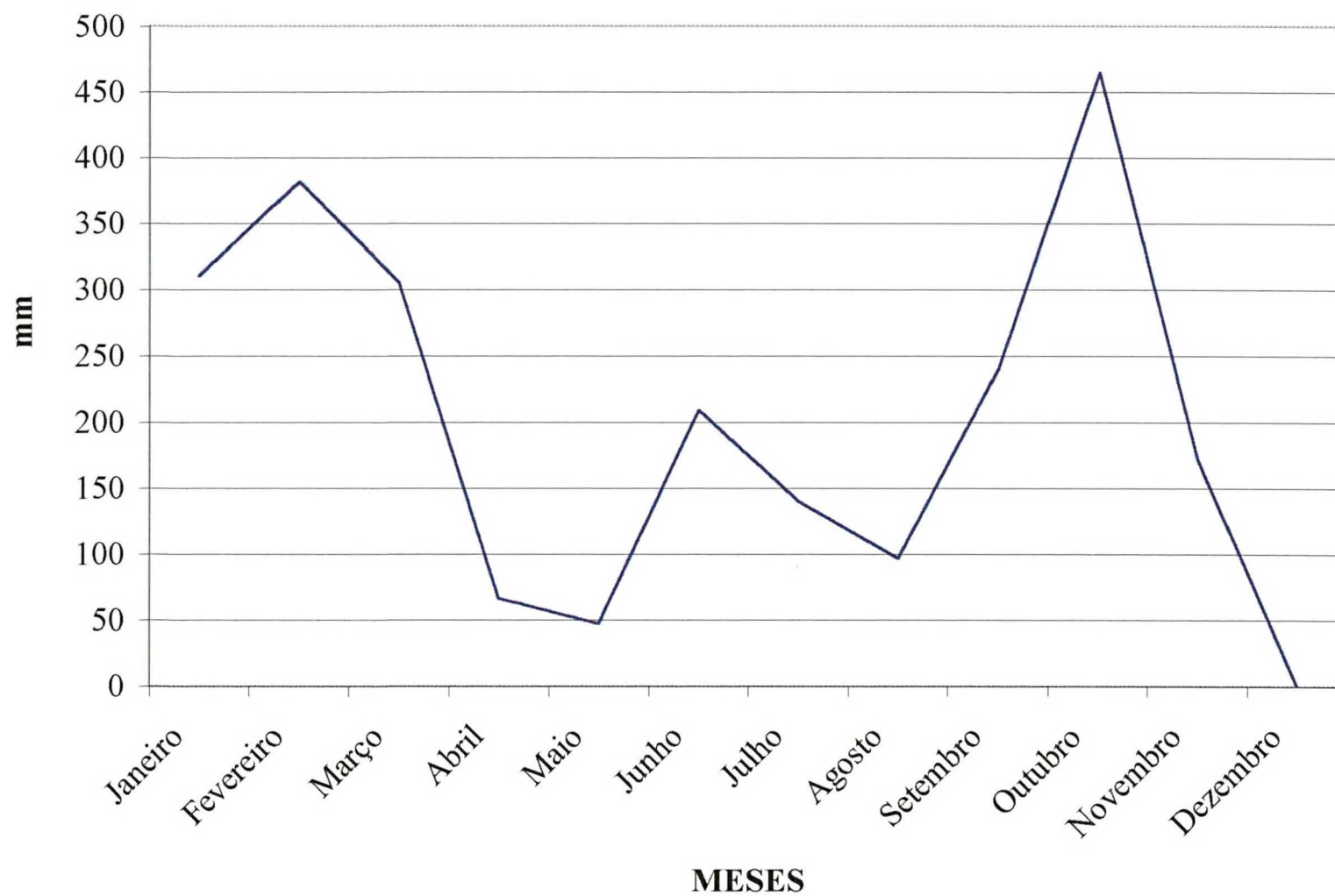
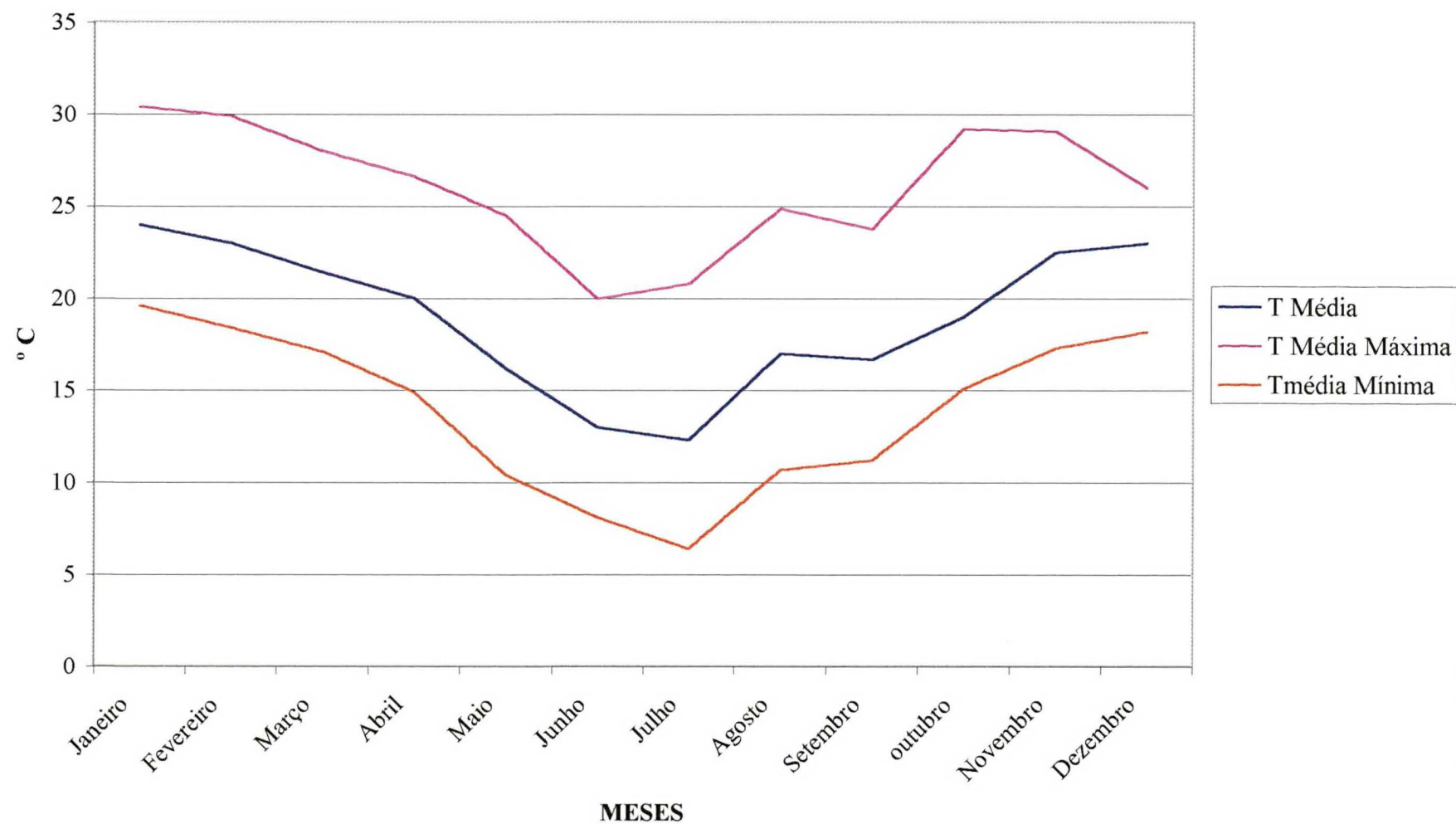


GRÁFICO F - TEMPERATURAS MENSAIS NA ESTAÇÃO DE FRANCISCO BELTRÃO EM 1996



ANEXO 02

RELAÇÃO DAS MICROBACIAS PERTENCENTES A BACIA DO
RIO MARRECAS.

Bacia e Microbacia	Margem	Área (Km ²)	% na Bacia	Hierar. Fluvial	Eixo (Km)	N.º Segmen.
Rio Araça (nascente)	Esquerda	72,69	8,70	4 ^a	10,30	57
Rio Cruzinha	Esquerda	7,94	0,95	2 ^a	5,30	06
Rio Bonito	Esquerda	37,50	4,48	3 ^a	9,80	23
Rio Sem Nome I	Esquerda	7,38	0,88	2 ^a	4,20	04
Rio Quatorze	Esquerda	104,90	12,54	4 ^a	19,20	63
Rio Santa Rosa	Esquerda	157,75	18,86	4 ^a	21,70	94
Rio Tuna	Esquerda	58,82	7,03	4 ^a	13,00	38
Rio Concórdia	Esquerda	45,31	5,42	3 ^a	13,65	23
Rio Sem Nome II	Esquerda	5,88	0,70	2 ^a	4,80	03
Rio Sem Nome III	Esquerda	8,19	0,98	2 ^a	4,40	03
Córrego Alegre	Direita	4,13	0,49	2 ^a	3,70	03
Rio Sem Nome IV	Direita	5,94	0,71	2 ^a	3,95	04
Rio São José	Direita	9,38	1,12	2 ^a	4,90	07
Rio Urutago	Direita	7,75	0,93	2 ^a	4,80	04
Rio Água Branca	Direita	17,88	2,14	2 ^a	8,65	06
Córrego da Escola	Direita	14,56	1,74	2 ^a	7,20	06
Arroio Mandurim	Direita	21,69	2,59	3 ^a	9,50	12
Sanga dos Serpas	Direita	8,69	1,04	2 ^a	5,30	04
Rio Lata	Direita	6,75	0,81	2 ^a	5,20	04
Rio Frio	Direita	9,81	1,17	2 ^a	5,50	06
Rio Verde (nascente)	Direita	79,00	9,44	4 ^a	13,95	48
Bacia Rio Marrecas	-x-	836,50	100,00	5^a	51,85	462

PARÂMETROS DE ANÁLISE LINEAR DAS MICROBACIAS PERTENCENTES A
BACIA DO RIO MARRECCAS

Bacia e Microbacias	Comp. R.P. (m)	Eps	Is	Gradiente			Lm (m)
				Canal Princ.	Marg. Dir.	Marg. Esq.	
Rio Araça (nascente)	11.650	0,39	1.13	1,72	5,19	3,46	1.645
Rio Cruzinha	5.550	0.36	1.05	4,07	6,06	4,83	1.816
Rio Bonito	12.700	0.39	1.30	1,89	7,26	4,95	2.089
Rio Sem Nome I	4.200	0.42	1.00	4,05	--	4,75	2.200
Rio Quatorze	36.300	0.40	1.90	0,86	3,32	4,32	2.083
Rio Santa Rosa	38.300	0.39	1.76	0,63	3,40	3,32	2.135
Rio Tuna	18.100	0.44	1.39	1,22	4,41	5,54	1.768
Rio Concórdia	18.100	0.44	1.33	1,21	4,08	4,76	2.226
Rio Sem Nome II	4.350	0.50	0.91	2,76	--	4,21	1.950
Rio Sem Nome III	4.400	0.67	1.00	2,27	--	4,14	2.050
Córrego Alegre	3.650	0.40	0.99	4,38	5,16	--	1.733
Rio Sem Nome IV	3.800	0.54	0.97	2,63	3,64	--	1.387
Rio São José	4.750	0.44	0.97	2,74	4,60	6,21	1.521
Rio Urutago	5.500	0.52	1.15	1,82	--	3,81	1.862
Rio Água Branca	10.000	0.52	1.16	1,00	4,66	6,74	2.741
Córrego da Escola	7.300	0.49	1.01	2,33	5,13	--	2.508
Arroio Mandurim	9.600	0.45	1.01	1,77	3,94	7,24	2.004
Sanga dos Serpas	5.200	0.50	0.98	3,08	6,67	6,45	2.175
Rio Lata	5.000	0.48	0.98	2,80	9,17	6,67	1.775
Rio Frio	6.500	0.41	1.18	1,54	4,44	8,10	2.016
Rio Verde (nascente)	16.800	0.46	1.20	1,43	4,74	4,34	1.808
Bacia do Rio Marrecas	110.600	0,42	2.13	0,17	4,40	3,73	2.139

PARÂMETROS DE ANÁLISE AREAL DAS MICROBACIAS PERTENCENTES A
BACIA DO RIO MARRECCAS

Bacia e Microbacias	Área (Km ²)	F. Forma Ff	D. Rios Dr	D.Drenag. Dd	C.Manut. Cm
Rio Araça (nascente)	72.69	0.69	0.58	1.29	775,19
Rio Cruzinha	7.94	0.28	0.63	1.37	729,92
Rio Bonito	37.50	0.39	0.48	1.28	781,25
Rio Sem Nome I	7.38	0.42	0.41	1.19	840,34
Rio Quatorze	104.90	0.29	0.48	1.25	800,00
Rio Santa Rosa	157.75	0.33	0.47	1.27	787,40
Rio Tuna	58.82	0.35	0.49	1.14	877,19
Rio Concórdia	45.31	0.24	0.42	1.13	884,96
Rio Sem Nome II	5.88	0.26	0.34	0.99	1.010,10
Rio Sem Nome III	8.19	0.42	0.25	0.75	1.333,33
Córrego Alegre	4.13	0.30	0.48	1.26	793,65
Rio Sem Nome IV	5.94	0.38	0.50	0.93	1.075,27
Rio São José	9.38	0.39	0.64	1.14	877,19
Rio Urutago	7.75	0.34	0.39	0.96	1.041,67
Rio Água Branca	17.88	0.28	0.34	0.92	1.086,96
Córrego da Escola	14.56	0.28	0.34	1.03	970,87
Arroio Mandurim	21.69	0.24	0.41	1.11	900,90
Sanga dos Serpas	8.69	0.31	0.35	1.00	1.000,00
Rio Lata	6.75	0.25	0.44	1.05	952,38
Rio Frio	9.81	0.32	0.51	1.23	813,00
Rio Verde (nascente)	79.00	0.40	0.47	1.09	917,43
Bacia do Rio Marrecas	836.50025	0.42	0.44	1.18	847.46

**PARÂMETROS DE ANÁLISE HIPSOMÉTRICA DAS MICROBACIAS
PERTENCENTES A BACIA DO RIO MARRECA**

Microbacias e Bacia	Altitude (m)			R. Relevo	I.Rugosid.	T.Topográf.
	Máx.	Mín.	Amp.	Rr	Ir	Tt
Rio Araça (nascente)	929	680	249	83.11	321,21	2.202
Rio Cruzinha	870	640	230	155.47	315,10	2.355
Rio Bonito	935	600	335	83.47	428,80	2.183
Rio Sem Nome I	798	580	218	181.90	259,42	2.013
Rio Quatorze	935	540	395	40.78	493,95	2.126
Rio Santa Rosa	948	540	408	34.52	518,16	2.164
Rio Tuna	784	500	284	52.62	323,76	1.919
Rio Concórdia	758	480	278	48.06	314,14	1.900
Rio Sem Nome II	739	480	259	123.13	256.41	1.639
Rio Sem Nome III	639	480	159	132.50	119,25	1.203
Córrego Alegre	631	480	151	166.49	190,26	2.145
Rio Sem Nome IV	719	500	219	168.35	203,67	1.529
Rio São José	741	500	241	143.06	274,74	1.919
Rio Urutago	739	540	199	148.33	191,04	1.584
Rio Água Branca	792	540	252	80.58	231,84	1.511
Córrego da Escola	792	580	212	100.42	218,36	1.713
Arroio Mandurim	801	580	221	79.79	245,31	1.862
Sanga dos Serpas	763	580	183	143.02	183,00	1.658
Rio Lata	811	600	211	148.08	221,55	1.750
Rio Frio	802	620	182	138.19	147,97	2.088
Rio Verde (nascente)	930	660	270	60.65	294,30	1.825
Bacia do Rio Marrecas	948	480	468	14.06	552,42	1.994

**DADOS MORFOMÉTRICOS POR ORDEM HIERÁRQUICA DAS MICROBACIAS
PERTENCENTES A BACIA DO RIO MARRECCAS.**

Microbacias e Bacia	1ª Ordem			2ª Ordem			3ª Ordem			4ª Ordem			5ª Ordem		
	Nº	Lm	Fs	Nº	Lm	Fs	Nº	Lm	Fs	Nº	Lm	Fs	Nº	Lm	Fs
Rio Araça (nascente)	42	1326	0.58	12	1654	0.17	02	6700	0.03	01	4850	0.01	—	—	—
Rio Cruzinha	05	1760	0.63	01	2100	0.13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rio Bonito	18	1725	0.48	04	1700	0.11	01	10200	0.03	—	—	—	—	—	—
Rio Sem Nome I	03	2500	0.41	01	1300	0.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rio Quatorze	50	1486	0.48	10	2295	0.09	02	1500	0.01	01	31000	0.009	—	—	—
Rio Santa Rosa	74	1438	0.47	15	2720	0.09	04	5712	0.02	01	30600	0.006	—	—	—
Rio Tuna	29	1282	0.49	06	2050	0.10	02	7325	0.03	01	2750	0.01	—	—	—
Rio Concórdia	19	1526	0.42	03	3416	0.07	01	11950	0.02	—	—	—	—	—	—
Rio Sem Nome II	02	2050	0.34	01	1800	0.17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rio Sem Nome III	02	2375	0.24	01	1500	0.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Córrego Alegre	02	1500	0.48	01	1900	0.24	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rio Sem Nome IV	039	917	0.50	01	2800	0.17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rio São José	06	1050	0.64	01	4350	0.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rio Urutago	03	1150	0.39	01	4000	0.13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rio Agua Branca	05	1820	0.28	01	7350	0.06	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Córrego da Escola	05	1980	0.34	01	5150	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Arroio Mandurim	09	1466	0.42	02	1325	0.09	01	8200	0.05	—	—	—	—	—	—
Sanga dos Serpas	03	1983	0.35	01	2750	0.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rio Lata	03	1500	0.44	01	2600	0.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rio Frio	05	1390	0.51	01	5150	0.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rio Verde(nascente)	37	1370	0.47	08	2525	0.10	02	2775	0.02	01	4050	0.01	—	—	—
Bacia Rio Marrecas	368	1453	0.44	73	2502	0.09	15	6843	0.02	05	14650	0.006	01	110.6 Km	0.001

- GIOMETTI, Analucia B. dos Reis. A bacia hidrográfica como subsídio ao planejamento ambiental. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA E I FÓRUM LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, (1997: Curitiba) **Anais** Curitiba: Departamento de Geografia, UFPR, 1997.
- GUERRA, Antonio José Teixeira. Considerações a respeito da importância da geomorfologia no manejo ambiental. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro: 36(258-259): 60-67, julho/dezembro, 1978.
- KOVALERIDZE, Wladimir Cavallar. **Nossos solos: formação, vida dinâmica, tratamento e conservação**. 3ª Edição. Curitiba, Voz do Paraná Ltda, 1978.
- LANNA, Antonio Eduardo Leão. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: IBAMA, 1995.
- LEAL, Antonio Cesar. **Pelos caminhos do rio**. Mimeografado. Campinas: 1994.
- _____. **Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca – Campinas – SP**. Rio Claro, 1995. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, da UNESP.
- LENCASTRE, A & FRANCO, F. M. **Lições de hidrologia**. 2ª Edição. Lisboa: Editora da Universidade Nova de Lisboa, 1992.
- MÉRICO, Luiz Fernando Kriger. A estabilidade do meio morfodinâmico e sua aplicação no planejamento ambiental. In: III SIMPÓSIO SUL BRASILEIRO DE GEOLOGIA.(1987: Curitiba) **Anais...** Curitiba: vl: 03-09, 1987.
- MOTA, Fernando S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo: Nobel, 1975.
- MOURA, Josildo R. S. *et alii*. Mapa de dinâmica de erosão de bacias de drenagem: uma proposta metodológica de avaliação ambiental. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA E I FÓRUM LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. (1997: Curitiba). **Anais ...** Curitiba: Departamento de Geografia, UFPr, 1997.
- NOLLA, Delvino. **Erosão do solo: o grande desafio**. Secretaria da Agricultura do rio Grande do Sul: Administração Amaral de Souza, 1982.
- RAFAELI NETO, Silvio Luis. **Análises morfométricas em bacias hidrográficas integradas a um sistema de informações geográficas**. Curitiba, UFPr, 1994.
- ROSS, Jurandyr L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 2ª Edição. São Paulo: Contexto, 1991.
- _____. (org.) **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

RELAÇÕES DE BIFURCAÇÕES (Rb) ENTRE AS ORDENS E RELAÇÕES
PONDERADAS DE BIFURCAÇÃO (Rpb) DAS MICROBACIAS PERTENCENTES A
BACIA DO RIO MARRECCAS

Microbacias e Bacia	Rb				Rpb
	1ª/2ª	2ª/3ª	3ª/4ª	4ª/5ª	
Rio Araça (nascente)	3.5	6.0	2.0	--	4.8
Rio Cruzinha	5.0	--	--	--	5.0
Rio Bonito	4.5	4.0	--	--	5.1
Rio Sem Nome I	3.0	--	--	--	3.0
Rio Quatorze	5.0	5.0	2.0	--	5.6
Rio Santa Rosa	4.9	3.75	4.0	--	5.6
Rio Tuna	4.8	3.0	2.0	--	5.2
Rio Concórdia	6.33	3.0	--	--	6.4
Rio Sem Nome II	2.0	--	--	--	2.0
Rio Sem Nome III	2.0	--	--	--	2.0
Córrego Alegre	2.0	--	--	--	2.0
Rio Sem Nome IV	3.0	--	--	--	3.0
Rio São José	6.0	--	--	--	6.0
Rio Urutago	3.0	--	--	--	3.0
Rio Água Branca	5.0	--	--	--	5.0
Córrego da Escola	5.0	--	--	--	5.0
Arroio Mandurim	4.5	2.0	--	--	4.6
Sanga dos Serpas	3.0	--	--	--	3.0
Rio Lata	3.0	--	--	--	3.0
Rio Frio	5.0	--	--	--	5.0
Rio Verde (nascente)	4.6	4.0	2.0	--	5.2
Bacia do Rio Marrecas	5.0	4.8	3.0	5.0	5.8

ANEXO 03

CÁLCULO DA CURVA HIPSOMÉTRICA DO SETOR C

1	2	3	4	5	6	7
COTAS (m)	P.MÉDIO (m)	ÁREA (Km ²)	A. ACUM. (Km ²)	%	% ACUM.	2 X 3
811 – 780	795.5	2,23	2,23	01.31	01.31	1.773,965
780 – 740	760	14,072	16,302	08.26	09.57	10.694,72
740 – 700	720	25,126	41,428	14.75	24.32	18.090,72
700 – 660	680	24,696	66,124	14.49	38.81	16.793,28
660 – 620	640	28,095	94,219	16.49	55.30	17.980,80
620 – 580	600	34,62	128,839	20.32	75.62	20.772
580 – 540	560	27,512	156,351	16.15	91.77	15.406,72
540 – 500	520	9,332	165,683	05.48	97.25	4.852,64
500 – 480	490	4,692	170,4	02.75	100.00	2.299,08
TOTAL		170,4		100.00		108.663,93

CÁLCULO DA CURVA HIPSOMÉTRICA DO SETOR D

1	2	3	4	5	6	7
COTAS (m)	P.MÉDIO (m)	ÁREA (Km ²)	A.ACUM. (Km ²)	%	% ACUM.	2 X 3
739 – 700	719.5	3,43	3,43	10.24	10.24	2.467,885
700 – 660	680	4,462	7,892	13.32	23.56	3.034,16
660 – 620	640	5,376	13,268	16.05	39.61	3.440,64
620 – 580	600	6,024	19,292	17.98	57.59	3.614,40
580 – 540	560	7,052	26,344	21.05	78.64	3.949,12
540 – 500	520	5,547	31,891	16.56	95.20	2.884,44
500 – 480	490	1,609	33,5	4.80	100.00	788,41
TOTAL		33,5		100.00		20.719,055

ANEXO 04

**PRECIPITAÇÃO MENSAL E ÍNDICE DE EROSIVIDADE DAS ESTAÇÕES DE
ANTONINA E CAMBARÁ EM 1996**

MESES	ANTONINA		CAMBARÁ	
	PRECIPITAÇÃO (mm)	EROSIVIDADE (t/ha.mm/h)	PRECIPITAÇÃO (mm)	EROSIVIDADE (t/ha.mm/h)
Janeiro	314,1	129,25	92,5	40,05
Fevereiro	621,2	412,02	155,2	96,53
Março	531,2	315,76	296,2	290,12
Abril	264,5	96,50	62,6	20,62
Maio	73,8	11,02	19,5	02,84
Junho	147,4	35,72	35,4	07,82
Julho	72,2	10,62	15,4	01,90
Agosto	83,6	13,62	18,6	02,62
Setembro	213,4	66,99	148,6	89,65
Outubro	211,6	66,04	130,6	71,70
Novembro	305,7	123,43	103,7	48,64
Dezembro	294,1	115,57	-	-
TOTAL	3.182,8	1.396,54	1.078,3	672,49

Fonte: SIMEPAR

ANEXO 05

BALANÇO HÍDRICO DA BACIA DO RIO MARRECA NO PERÍODO DE 1973 A 1996

ANO	Etp (mm)	CHUVA (mm)	EtV (mm)	DÉFICIT (mm)	EXCESSO (mm)	MESES SEM CHUVA
1973	526,65	1.454,6	526,65	-	927,95	
1974	900,78	1.489,4	882,28	18,5	589,12	
1975	892,52	2.110,8	892,52	-	1.217,56	
1976	876,63	1.453,3	879,90	-3,27	575,4	
1977	937,03	1.637,6	932,71	4,32	704,84	
1978	950,70	1.197,7	741,12	209,58	456,84	
1979	912,27	2.477,6	903,03	9,24	1.576,95	
1980	936,48	1.616,5	932,91	3,57	683,59	
1981	923,24	1.782,7	916,48	6,76	866,22	
1982	919,80	2.539,7	903,92	15,88	1.635,78	
1983	916,77	3.405,8	908,92	7,85	2.496,38	
1984	923,46	2.188,9	923,46	-	1.264,44	
1985	952,17	1.365,8	849,19	102,98	487,57	
1986	960,60	1.901,3	950,14	10,46	951,16	
1987	915,72	2.082,9	892,37	23,35	1.169,53	
1988	929,40	1.375,9	865,00	64,4	507,9	
1989	894,60	2.233,5	884,30	10,3	1.3749,4	
1990	923,00	2.949,4	923,00	-	2.026,4	
1991	953,00	1.241,0	896,60	56,4	345,1	2
1992	914,00	2.183,0	853,10	60,9	1.329,9	
1993	940,00	1.917,0	921,50	18,5	994,8	
1994	943,00	2.243,4	939,20	3,8	1.304,2	
1995	940,00	1.152,3	872,80	129,3	639,5	1
1996	925,35	2.435,6	873,43	51,92	1.562,17	1
73/96	925,56	1.982,2	925,56	-	1.056,64	

Etp - Evapotranspiração Potencial

EtV - Evapotranspiração Real